

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO – CAMPUS SUR

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Comunidad
PANIQUEINDRA, Parroquia la Esperanza, Cantón Ibarra, Provincia
de Imbabura.**

CASTELO TOAPANTA JOSE MARÍA

QUEREMBAS NARVÁEZ MIRIAN PATRICIA

TOMO I

DIRECTOR: MSC. ING. CARLOS ANÍBAL GUTIÉRREZ CAIZA

Quito, Abril 2013

DECLARACIÓN

Nosotros, José María Castelo Toapanta y Mirian Patricia Querembas Narváez y declaramos que el trabajo aquí desarrollado es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado por ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Politécnica Salesiana, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por las normas institucionales vigentes.

Quito, 30 de enero de 2013

José María Castelo Toapanta

Mirian Patricia Querembas Narváez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por José María Castelo Toapanta y Mirian Patricia Querembas Narváez, bajo mi supervisión y que cumple condiciones básicas de un proyecto de Ingeniería Civil.

Msc. Ing. Carlos Aníbal Gutiérrez Caiza.

DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

En algún momento de mi vida un buen amigo me dijo que hay que aprender a obedecer para poder mandar, antes que nada el por qué hago esta referencia en esta ocasión pues es el porqué de seguir luchando hasta alcanzar una meta cayéndose y volviéndose a levantar de pronto no nos guste algunas cosas pero hay que saber tolerar y saberlo manejar, en fin, quiero agradecer principalmente a Dios que es el que todo lo puede, está en todos lados y todo lo sabe por no desampararme en ningún momento.

A mi mami Clarita Narváez por estar en todo momento poniendo empeño y apoyo a cualquier cosa que he decidido hacer.

A mi papá Olmedo Querembas por esa fuerza de voluntad tan grande, que tiene y transmite en todo lo que hace y nos enseña a actuar de la misma manera.

A mi hermana Mery por su carisma, su fuerza, su esencia, y principalmente por su ayuda para iniciar y terminar un proyecto que en si tuvo confianza.

A mis hermanos Jairo y Nixon, mi cuñada Zoila por tener paciencia y tolerancia en el diario vivir.

A mis hermanas Martha, Silvia, Ruth, Marisol, Jenny, mis hermanos Jhonn y David, mis cuñados Nixon, Luis, Diego, por su ayuda y palabras de aliento para no desvanecer y seguir siempre adelante.

De una manera especial agradezco al Msc. Ing. Carlos Gutiérrez por guiarnos con paciencia, entusiasmo y perseverancia en la elaboración de este proyecto.

Mirian Patricia Querembas Narváez

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento más profundo y sentido primero es para mí Dios y mi familia, sin su apoyo, colaboración e inspiración habría sido imposible de terminar una etapa de mis estudios.

Agradezco a mis padres Luis Hernán Castelo y María Rosa Hermelinda Toapanta, por darme la vida, su cariño y comprensión, gracias padres por todo lo que me han dado día a día, por educarme y guiarme como hombre de bien

A mi Esposa por darme fortaleza para seguir adelante, por todo el apoyo y comprensión incondicional, y por el todo el amor que me ha brindado día a día

Agradezco a todos los docentes que a lo largo de mi vida de estudiantado contribuyeron con enseñanzas para alcanzar este nivel de educación.

Agradezco a mis amigos que a día a día estuvieron compartiendo momentos de estudio, diversión y esparcimiento con los cuales formamos lazos de gran amistad y compañerismo.

Agradezco a todos los miembros de cabildo de la comunidad de “Paniquindra” por colaborar para la realización de este proyecto.

José María Castelo Toapanta

DEDICATORIA

El Estudio y el saber son la base para el desarrollo de los pueblos y así evitar daños un mañana más tarde.

Dedico este proyecto A Dios ante todo por permitir que llegue a su culminación con todo éxito,

A mis padres que con amor, cuidado y dedicación me han guiado por buen camino

A mis hermanos y hermanas que con tolerancia, paciencia y alegría me han acompañado a lo largo de mi vida, en buenos y en malos momentos con sonrisas o con llantos, con palabras de enojo o con silencio pero siempre en pie de lucha.

A mis amigos y amigas compañeros y compañeras que con entusiasmo, alegría, fuerza de voluntad y coraje me han acompañado a lo largo de la carrera para llegar a culminar este período tan lindo de mi vida.

A mis profesores que con mucha paciencia y gran perseverancia me han enseñado además de la teoría a perseverar y no caer ante las adversidades.

Y en fin voy a generalizar aunque sé que mejor sería mencionar a todos y cada uno de las personas pero que escribiría una nueva tesis con sus nombres por que han sido muchos, pero es claro, que de diferente manera, me han ayudado a caminar escalón tras escalón hasta alcanzar esta meta.

Mirian Patricia Querembas Narváez

DEDICATORIA

A mi Dios: Por permitirme llegar a cumplir una de mis metas propuestas en mí, por darme salud, su infinito vida amor y bondad

A mis Padres: Gracias papá, gracias mamá por dar me la educación y poder culminar una carrera que yo quería para mi futuro, gracias por su comprensión y ayuda en los momentos difíciles de mi vida. Gracias a mi papá Luis Hernán Castelo, quien a su manera busco la superación de nosotros, por darme un inicio en la educación, yo sí que papá estas presente conmigo siempre aunque no estas físicamente a mi lado permaneces vivo en mi mente y mi corazón, dando la fortaleza y motivo para seguir superándome.

A mi Mamá Rosa Hermelinda Toapanta, gracias por ayudarme en todo los momentos difíciles que pasado. Mi agradecimiento más profundo y sentido por enseñarme mis valores, mis principios y mi empeño.

A mi Esposa: Gracias por estar conmigo y apoyándome siempre en todo, los amo mucho.

A mis hijos: Gracias hijos por darme más fuerza, los amo mucho

A mis hermanos y mis hermanas: gracias por estar conmigo y apoyándome siempre, los quiero mucho

A mi tío Enrique Toapanta y Benigna Toapanta: aunque no se encuentra físicamente a mi lado permanece vivo en mi mente y mi corazón, dándome fortaleza y motivo para seguir superándome.

A todos quienes participaron directa o indirectamente en la elaboración de este proyecto.

Isée María Castelo Toapanta

INDICE GENERAL

Contenido	Pag.
CAPÍTULO 1	1
1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	1
1.1 NOMBRE DEL PROYECTO	1
1.2 ENTIDAD EJECUTORA	1
1.3 COBERTURA Y LOCALIZACION	1
1.3.1 UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO	1
1.3.2 LOCALIZACIÓN GEOREFERENCIADA DEL PROYECTO	2
1.4 MONTO DE INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO	3
1.5 PLAZO DE EJECUCIÓN	3
1.6 SECTOR Y TIPO DE PROYECTO	3
CAPÍTULO 2	4
2 DIAGNÓSTICO Y PROBLEMA	4
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACION ACTUAL DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO	4
2.1.1 VÍAS DE ACCESO	4
2.1.2 POBLACIÓN	4
2.1.3 EDUCACIÓN	5
2.1.4 SALUD	6
2.1.5 SERVICIOS BÁSICOS EXISTENTES	6
2.1.6 SITUACIÓN SOCIO - ECONÓMICA	8
2.1.7 VIVIENDA	9

2.1.8	ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS	9
2.1.9	TURISMO	10
2.1.10	GOBIERNO Y AUTORIDADES	10
2.1.11	MATRIZ DE INVOLUCRADOS	11
2.2	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	12
2.2.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES	12
2.2.2	INTERESES Y NECESIDADES DE LA POBLACIÓN	12
2.2.3	DIAGNÓSTICO	12
2.2.4	SOLUCIÓN	13
2.2.5	ÁRBOL DE PROBLEMAS	13
2.3	LINEA BASE DEL PROYECTO	15
2.4	ANÁLISIS DE LA OFERTA Y LA DEMANDA	15
2.4.1	DEMANDA	15
2.4.1.1	Población de referencia	15
2.4.1.1.1	<i>Censo de población</i>	16
2.4.1.1.2	<i>Censo de vivienda</i>	16
2.4.1.1.3	<i>Estimación de la población actual</i>	17
2.4.1.2	Población demandante potencial	18
2.4.1.3	Población demandante efectiva	18
2.4.1.4	Proyección de la demanda actual	18
2.4.1.5	Proyección de demanda	18
2.4.1.5.1	<i>Periodo de diseño del proyecto</i>	18
2.4.1.5.2	<i>Estimación de la población futura</i>	19
2.4.1.5.3	<i>Distribución espacial futura de la población</i>	24
2.4.2	OFERTA	25

2.4.2.1 Estimación de la capacidad de servicio del nuevo proyecto	25
2.4.2.2 Estimación de la capacidad futura del nuevo proyecto, para un periodo de diseño	25
2.4.3 DEFICIT	27
2.4.3.1 Análisis de la oferta y demanda actual del servicio	27
2.4.3.2 Análisis de la oferta y demanda futura del servicio	27
2.5 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO	28
2.5.1 IDENTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO	28
2.5.2 CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO	28
2.5.2.1 Educación	29
2.5.2.2 Salud	29
2.5.2.3 Situación socio-económica	31
2.5.2.4 Vivienda	32
2.5.2.5 Servicios básicos existentes	33
2.5.2.5.1 Agua potable	33
2.5.2.5.2 Recolección de desechos sólidos	33
2.5.2.5.3 Electricidad	33
2.5.2.6 Infraestructura existente	33
2.5.2.6.1 Vialidad	33
2.5.2.6.2 Áreas educativas	35
2.5.2.6.3 Áreas verdes	35
2.5.2.6.4 Edificaciones de uso público	35
2.6.2.7 Gobierno y autoridades	36
CAPÍTULO 3	37

3	OBJETIVOS DEL PROYECTO	37
3.1	OBJETIVO GENERAL	37
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	37
3.3	INDICADORES DE RESULTADOS	37
3.4	MATRIZ DE MARCO LÓGICO	39
	CAPÍTULO 4	42
4	VIABILIDAD Y PLAN DE SOSTENIBILIDAD	42
4.1	VIABILIDAD TÉCNICA	42
4.1.1	ESTUDIO TOPOGRÁFICO	42
4.1.1.1	Trabajos de campo	42
4.1.1.1.1	<i>Obtención de las coordenadas de partida</i>	43
4.1.1.1.2	<i>Levantamiento, abscisado, estacado y nivelación</i>	43
4.1.1.1.3	<i>Monumentación de BMS. (Puntos de cota conocida)</i>	45
4.1.1.2	Trabajos de gabinete	46
4.1.1.2.1	<i>Obtención de coordenadas UTM</i>	46
4.1.1.2.2	<i>Obtención de curvas de nivel</i>	46
4.1.1.2.3	<i>Obtención de perfiles de terreno</i>	46
4.1.2	ESTUDIO GEOTÉCNICO	46
4.1.2.1	Geología general y local	47
4.1.2.2	Trabajos de campo	50
4.1.2.2.1	<i>Ensayo de penetración estándar SPT</i>	50
4.1.2.2.2	<i>Descripción manual visual</i>	52
4.1.2.2	Trabajos de laboratorio	52
4.1.2.2.1	<i>Contenido de humedad natural</i>	52

4.1.2.2.2	<i>Granulometría por lavado y tamizado hasta la malla No. 200</i>	53
4.1.2.2.3	<i>Límite Líquido</i>	53
4.1.2.2.4	<i>Limite Plástico</i>	53
4.1.2.2.5	<i>Índice Plástico</i>	54
4.1.2.3	Trabajos de gabinete	54
4.1.2.3.1	<i>Características de los suelos</i>	54
4.1.2.3.2	<i>Análisis de capacidad de carga en función del número de golpes “N” del ensayo SPT</i>	56
4.1.3	ESTUDIO HIDROLÓGICO	59
4.1.3.2	Clima	59
4.1.4	ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y BACTEREOLÓGICO DE LAS FUENTES DE AGUA.	63
4.1.5	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMAS DE DISEÑO	65
4.1.5.1	Sistemas de alcantarillado	65
4.1.5.1.1	<i>Alcantarillado separado</i>	65
4.1.5.1.2	<i>Alcantarillado combinado</i>	65
4.1.5.2	Clasificación de las tuberías	65
4.1.6	DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO	66
4.1.6.1	Periodo de diseño	66
4.1.6.2	Población	67
4.1.6.3	Área de aportación	68
4.1.6.4	Aportes de agua residual	68
4.1.6.4.1	<i>Caudal de aguas domésticas Q_{ad}</i>	68
4.1.6.4.2	<i>Caudal de institucional Q_{ins}</i>	71
4.1.6.4.3	<i>Caudal de infiltración Q_{inf}</i>	71

4.1.6.4.4	<i>Caudal de aguas ilícitas Q_a ilic</i>	72
4.1.6.5	Caudal de diseño	73
4.1.6.6	Diseño hidráulico	73
4.1.6.6.1	<i>Tubos circulares funcionando a toda su capacidad</i>	73
4.1.6.6.2	<i>Tubos circulares que funcionan parcialmente llenos.</i>	74
4.1.6.6.3	<i>Velocidad</i>	75
4.1.6.6.4	<i>Diámetro interno mínimo</i>	76
4.1.6.6.5	<i>Pendiente mínima y máxima</i>	76
4.1.6.6.6	<i>Profundidad hidráulica máxima</i>	77
4.1.6.6.7	<i>Profundidad mínima a la cota clave</i>	77
4.1.6.6.8	<i>Profundidad máxima a la cota de clave de la tubería</i>	78
4.1.6.6.9	<i>Criterio de Diámetro mínimo y borde libre</i>	78
4.1.6.7	Parámetros de proyecto en diseño estructural	79
4.1.6.7.1	<i>Material de las tuberías</i>	79
4.1.6.7.2	<i>Especificaciones mínimas a cumplir por las tuberías</i>	79
4.1.6.7.3	<i>Juntas</i>	79
4.1.6.7.4	<i>Rellenos</i>	80
4.1.6.7.5	<i>Pozos y cajas de revisiones</i>	80
4.1.6.7.6	<i>Conexiones domiciliarias</i>	83
4.1.6.7.7	<i>Estructura de descarga</i>	84
4.1.6.8	Cálculo de la red de alcantarillado sanitario	84
4.1.6.9	Trazado de la red de alcantarillado sanitario	85
4.1.7	DISEÑO DE ALCANATARILLADO PLUVIAL	86
4.1.7.1	Período de diseño	86

4.1.7.2	Área de drenaje	86
4.1.7.3	Caudal de diseño	86
4.1.7.3.1	<i>Coeficiente escurrentía (C).</i>	87
4.1.7.3.2	<i>Intensidad de lluvia (I)</i>	88
4.1.7.3.3	<i>Tiempo de concentración (tc)</i>	88
4.1.7.3.4	<i>Periodo de retorno</i>	90
4.1.7.4	Diseño hidráulico	90
4.1.7.4.1	<i>Tubos circulares funcionando a toda su capacidad</i>	90
4.1.7.4.2	<i>Tubos circulares que funcionan parcialmente llenos.</i>	91
4.1.7.4.3	<i>Velocidad</i>	91
4.1.7.4.4	<i>Diámetro interno mínimo.</i>	91
4.1.7.4.5	<i>Pendiente mínima y máxima</i>	92
4.1.7.4.6	<i>Profundidad mínima a la cota clave.</i>	92
4.1.7.4.7	<i>Profundidad máxima a la cota clave.</i>	92
4.1.7.4.8	<i>Criterio de borde libre</i>	92
4.1.7.5	Parámetros del proyecto en diseño estructural	93
4.1.7.5.1	<i>Cuneta</i>	93
4.1.7.5.2	<i>Sumideros.</i>	100
4.1.7.5.3	<i>Material de las tuberías</i>	104
4.1.7.5.4	<i>Especificaciones mínimas a cumplir por las tuberías</i>	104
4.1.7.5.5	<i>Juntas</i>	104
4.1.7.5.6	<i>Rellenos</i>	104
4.1.7.5.7	<i>Pozos y cajas de revisiones</i>	104
4.1.7.5.8	<i>Estructura de descarga</i>	104
4.1.7.6	Cálculo de la red de alcantarillado pluvial	104

4.1.7.7 Trazado de la red de alcantarillado pluvial	106
4.1.8 DISEÑO DE ALCANATRILLADO COMBINADO	106
4.1.8.1 Caudal de diseño.	106
4.1.8.2 Diseño hidráulico	106
4.1.8.2.1 Velocidad	106
4.1.8.2.2 Diámetro interno mínimo.	107
4.1.8.2.3 Pendiente mínima y máxima	107
4.1.8.2.4 Profundidad mínima y máxima a la cota clave.	107
4.1.8.2.5 Criterio de borde libre	107
4.1.8.3 Parámetros del proyecto en diseño estructural	107
4.1.8.3.1 Cuneta	107
4.1.8.3.2 Sumideros	107
4.1.8.3.3 Material de las tuberías	107
4.1.8.3.4 Especificaciones mínimas a cumplir por las tuberías	107
4.1.8.3.5 Juntas	108
4.1.8.3.6 Rellenos	108
4.1.8.3.7 Pozos y cajas de revisiones	108
4.1.8.3.8 Pozos de caída y salto	108
4.1.8.3.9 Estructura de separación.	108
4.1.8.3.10 Estructura de descarga.	109
4.1.8.4 Cálculo de alcantarillado combinado	109
4.1.8.5 Trazado de la red de alcantarillado combinado	111
4.1.9 DISPOSICIÓN FINAL	111
4.1.9.1 Ubicación de las descargas	111
4.1.9.2 Selección del tipo de tratamiento	112

4.1.9.3	Diseño de la planta de tratamiento	114
4.1.9.3.1	<i>Obras adicionales para el buen funcionamiento de la planta de tratamiento</i>	114
4.1.9.3.2	<i>Tratamiento secundario (FAFA)</i>	125
4.1.10	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	129
4.2	VIABILIDAD ECONÓMICA Y FINANCIERA	181
4.2.1	SUPUESTOS UTILIZADOS PARA EL CÁLCULO	181
4.2.2	IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE INGRESOS BENEFICIOS Y COSTOS (INVERSIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO)	182
4.2.2.1	Presupuesto y programación de obra	182
4.2.2.1.1	<i>Estimación de volúmenes de obra</i>	182
4.2.2.1.2	<i>Determinación de la alternativa más viable</i>	182
4.2.2.1.3	<i>Análisis de precios unitarios</i>	183
4.2.2.2	Análisis económico	183
4.2.2.2.1	<i>Beneficios sociales del proyecto</i>	183
4.2.2.2.2	<i>Determinación del monto requerido de ingresos</i>	186
4.2.2.2.3	<i>Ingreso por uso del servicio de alcantarillado</i>	189
4.2.2.2.4	<i>Identificación, cuantificación y valoración de ingresos, beneficios y costos</i>	190
4.2.3	FLUJOS FINANCIEROS Y ECONÓMICOS	190
4.2.4	INDICADORES QUE EVALUAN LA FACTIBILIDAD DEL PROYECTO (VAN, TIR Y BENEFICIO/COSTO)	193
4.2.5	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	195
4.3	ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD	196
4.3.1	SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA Y FINANCIERA	196
4.3.2	ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL Y DE RIESGOS	198

4.3.2.1	Metodología para la evaluación de impactos ambientales	198
4.3.2.2	Marco legal utilizado para la elaboración del plan de gestión ambiental	198
4.3.2.3	Descripción general de línea base	199
4.3.2.3.1	Áreas de influencia	200
4.3.2.3.2	Características físicas	201
4.3.2.3.3	Características hídricas	208
4.3.2.3.4	Características biológicas	209
4.3.2.3.5	Características socioeconómicas y de la salud de la población	213
4.3.2.4	Identificación y evaluación de impactos ambientales	213
4.3.2.4.1	Identificación de los impactos ambientales	213
4.3.2.4.2	Evaluación de impactos ambientales	218
4.3.2.5	Plan de manejo ambiental	224
4.3.2.5.1	Plan de prevención y mitigación de impactos	224
4.3.2.5.2	Plan de información y educación ambiental	233
4.3.2.5.2	Plan de monitoreo ambiental	234
4.3.2.5.3	Plan de contingencias	236
4.3.2.5.4	Plan de seguridad industrial y salud ocupacional	240
4.3.2.5.5	Plan de manejo de desechos sólidos	253
4.3.2.5.6	Plan de relaciones comunitarias	254
4.3.2.5.7	Plan de abandono y rehabilitación de zonas afectadas	255
4.3.3	SOSTENIBILIDAD SOCIAL: EQUIDAD, GENERO Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA	257
4.3.3.1	Equidad e igualdad de género	257
4.3.3.2	Equidad étnica cultural	257

4.3.3.3 Equidad intergeneracional	258
CAPÍTULO 5	258
5 PRESUPUESTO	258
CAPÍTULO 6	259
6 ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN	259
6.1 ESTRUCTURA OPERATIVA	259
6.2 ARREGLOS INSTITUCIONALES	260
6.3 CRONOGRAMA VALORADO POR COMPONENTES Y ACTIVIDADES	260
CAPÍTULO 7	260
7 ESTRATEGIA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN	260
7.1 MONITOREO DE LA EJECUCIÓN	260
7.2 EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE IMPACTOS	261
7.3 ACTUALIZACIÓN DE LINEA BASE	261
CAPÍTULO 8	262
8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	262
8.1 CONCLUSIONES	262
8.2 RECOMENDACIONES	265
GLOSARIO DE TÉRMINOS	266
BIBLIOGRAFÍA	273
ANEXOS	275

INDICE DE FIGURAS

No.	Contenido	Pag.
Figura 1.1	Localización geográfica de la comunidad de “Paniquindra”	2
Figura 1.2	Ubicación geográfica de la comunidad de “Paniquindra”	2
Figura 2.1	Clasificación de la población según su sexualidad	5
Figura 2.2	Uso Actual del Suelo-Actividades Productivas de la parroquia de la Esperanza, tomado como base del Gobierno Provincial de Imbabura.	9
Figura 2.3	Esquema del árbol de problemas	14
Figura 2.4	Identificación de la población según su sexo	16
Figura 2.5	Identificación de las viviendas	17
Figura 2.6	identificación de nivel de la educación de la población	29
Figura 2.7	Identificación de las actividades económicas de la población de Paniquindra	31
Figura 2.8	Identificación de las viviendas	32
Figura 4.1	Ubicación de la estación meteorológica M 105	61
Figura 4.2	Precipitación media mensual	62
Figura 4.3	Temperatura mensual	62
Figura 4.4	Categorización de la infiltración	74
Figura 4.5	Ubicación de la tubería de D<600mm	82
Figura 4.6	Ubicación de la tubería de D<600mm	82
Figura 4.7	Cuneta tipo triangular	94
Figura 4.8	Ubicación de cunetas	94

Figura 4.9	Ubicación de cunetas	97
Figura 4.10	Dimensiones mínimas para cunetas triangulares	99
Figura 4.11	Denominaciones en las cunetas triangulares	103
Figura 4.12	Componentes de la planta de tratamiento	112
Figura 4.13	Elementos del vertedero de pared delgada	120
Figura 4.14	Funcionamiento del tanque séptico	123
Figura 4.15	Funcionamiento del Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA)	126
Figura 4.16	Ubicación de la comunidad Paniquindra	200
Figura 4.17	Isotermas de la parroquia La Esperanza	202
Figura 4.18	Rango de precipitaciones de la parroquia La Esperanza, tomado como base del Gobierno Provincial de Imbabura.	203
Figura 4.19	Taxonomía de suelos de la parroquia La Esperanza, tomado como base del Gobierno Provincial de Imbabura.	205
Figura 4.20	Uso actual de suelo de la parroquia la Esperanza, tomado como base del Gobierno Provincial de Imbabura.	206
Figura 4.21	Uso potencial de la parroquia La Esperanza, tomado como base del Gobierno Provincial de Imbabura.	207
Figura 4.22	Conflictos de uso de suelo de la parroquia La Esperanza, tomado como base del Gobierno Provincial de Imbabura.	208
Figura 4.23	Oferta Hídrica de la parroquia La Esperanza, tomado como base del Gobierno Provincial de Imbabura.	209
Figura 4.24	Modelo de gestión ambiental.	234
Figura 4.25	Jerarquización de la brigada de emergencia.	237
Figura 6.1	Organigrama de la estructura operativa del proyecto.	259

INDICE DE TABLAS

No.	Contenido	Pag.
Tabla 2.1	Habitantes encuestados	5
Tabla 2.2	Tipo de atención médica en el subcentro de salud de la parroquia La Esperanza.	6
Tabla 2.3	Matriz de involucrados en el proyecto de alcantarillado sanitario para la comunidad Paniquindra,	11
Tabla 2.4	Indicadores de línea base en el sector del proyecto.	15
Tabla 2.5	Población demandante.	16
Tabla 2.6	Clasificaciones de las viviendas	17
Tabla 2.7	Población demandante de referencia y potencial en el año 2012	17
Tabla 2.8	Resumen total de habitantes	18
Tabla 2.9	Tasa de crecimiento poblacional	24
Tabla 2.10	Resumen de los Valores de la Población Futura	24
Tabla 2.11	Estimación de la población futura a 10 años	25
Tabla 2.12	Estimación de la población futura a 30 años	26
Tabla 2.13	Demanda insatisfecha al año 2042	28
Tabla 2.14	Resumen de nivel de educación de los comuneros	29
Tabla 2.15	Patologías atendidas en el subcentro de salud de la parroquia La Esperanza	30
Tabla 2.16	Resumen de las actividades económicas de la población de Paniquindra	31
Tabla 2.17	Clasificación de las viviendas	32
Tabla 2.18	Medios de transporte para la comunidad.	34
Tabla 3.1	Indicadores de resultados esperados.	38
Tabla 3.2	Matriz de marco lógico	41

Tabla 4.1	Puntos de partida	.....	43
Tabla 4.2	Ubicación y profundidad de las perforaciones en la comunidad de PANIQUINDRA	.....	51
Tabla 4.3	Resumen de valores de contenido de humedad natural	.....	52
Tabla 4.4	Resumen de valores de granulometría	.....	53
Tabla 4.5	Resumen de valores del Limite Liquido	.....	53
Tabla 4.6	Resumen de valores del Limite Plástico	.....	54
Tabla 4.7	Resumen de valores del Índice Plástico	.....	54
Tabla 4.8	Descripción del perfil estratigráfico de las perforaciones de la comunidad Paniquindra.	.....	55
Tabla 4.9	Peso unitario del suelo	.....	58
Tabla 4.10	Presión efectiva por sobrecarga del suelo de soporte	.....	58
Tabla 4.11	coeficiente de correlación CN para una profundidad menor al Nivel Freático	.....	59
Tabla 4.12	Capacidad de carga neta del suelo de soporte.	.....	59
Tabla 4.13	Valores meteorológicos medios mensuales	.....	61
Tabla 4.14	Agua residual municipal característica	.....	63
Tabla 4.15	Límites de descarga a un sistema de alcantarillado y cuerpo de agua dulce	.....	64
Tabla 4.16	Resume de resultados del análisis físico químico del agua de la quebrada Yanahuaycu	.....	64
Tabla 4.17	Clasificación de las tuberías	.....	66
Tabla 4.18	Dotación recomendadas de agua potable	.....	69
Tabla 4.19	Coeficiente de retorno de aguas servidas domésticas	.....	69
Tabla 4.20	Contribución institucional mínima en zonas residenciales	.....	71
Tabla 4.21	Categorización de la infiltración	.....	72

Tabla 4.22	velocidad máxima a tubo lleno y coeficiente de rugosidad recomendados	76
Tabla 4.23	Pendientes mínimas y máximas para tuberías de alcantarillado, en milésimas para PVC o similar	77
Tabla 4.24	Borde libre en función de la relación q_0/Q máxima permitida	78
Tabla 4.25	Diámetro de la tubería recomendado en función del diámetro del pozo	81
Tabla 4.26	Ubicación de plantas de tratamiento y descargas	84
Tabla 4.27	Tabla de datos de la hoja de Excel utilizada para el cálculo	85
Tabla 4.28	Datos para determinar el coeficiente de escorrentía C	87
Tabla 4.29	Ecuación representativa de intensidades máximas para la zona 11	88
Tabla 4.30	Valores de la velocidad máxima permisible para cunetas	95
Tabla 4.31	Valores de los coeficientes de escorrentía para el diseño de canales	96
Tabla 4.32	Valores de los coeficientes de reducción de capacidad	101
Tabla 4.33	Tabla de datos de la hoja de Excel utilizada para el cálculo	105
Tabla 4.34	Dimensiones del separador de caudales	109
Tabla 4.35	Tabla de datos de la hoja de Excel utilizada para el cálculo	110
Tabla 4.36	características de la rejilla de barras	115
Tabla 4.37	Parámetros de diseño de la rejilla de barras	118
Tabla 4.38	Parámetros de diseño de la rejilla de barras	121
Tabla 4.39	Esquema de estructura de dissipador de	121

	impacto	
Tabla 4.40	Operación y Procesos Unitarios en el Tratamiento de aguas Residuales.	122
Tabla 4.41	Especificaciones de diseño del tanque séptico	124
Tabla 4.42	Especificaciones de diseño del FAFA	127
Tabla 4.43	Comparación de costos de las alternativas de diseño	183
Tabla 4.44	Valoración de supuestos	184
Tabla 4.45	Costos por visita al médico	185
Tabla 4.46	Costo anual antes de la realización del proyecto	186
Tabla 4.47	Costo anual por mantenimiento del sistema	186
Tabla 4.48	Costo anual por materiales y herramientas para el mantenimiento del sistema	187
Tabla 4.49	Costo anual por mantenimiento del sistema	187
Tabla 4.50	Número de viviendas del proyecto	187
Tabla 4.51	Costos para la vida útil del proyecto	188
Tabla 4.52	Ingresos generados por el proyecto	190
Tabla 4.53	Flujo de caja financiero	191
Tabla 4.54	Flujo de caja económico	192
Tabla 4.55	Indicadores económicos y sociales del proyecto obtenido del flujo de caja Financiero	194
Tabla 4.56	Indicadores económicos y sociales del proyecto obtenido del flujo de caja Económico	195
Tabla 4.57	Análisis de sensibilidad obtenido del flujo de caja financiero	195
Tabla 4.58	Análisis de sensibilidad obtenido del flujo de caja económico	196

Tabla 4.59	Concentraciones de contaminantes comunes que definen los niveles de alerta, alarma y emergencia en la calidad del aire.	.....	204
Tabla 4.60	Niveles Máximos de ruido permisibles según el uso del suelo.	.....	204
Tabla 4.61	Especies identificadas a los 3000m.s.n.m.	.....	211
Tabla 4.62	Especies de aves identificadas a los 3000m.s.n.m.	.....	212
Tabla 4.63	Especies de mamíferos identificados a los 3000m.s.n.m.	.....	212
Tabla 4.64	Especies de reptiles y anfibios identificados a los 3000m.s.n.m.	.....	213
Tabla 4.65	Acciones identificadas en la etapa de construcción.	.....	214
Tabla 4.66	Acciones identificadas en la etapa de operación y mantenimiento.	.....	215
Tabla 4.67	Componentes y elementos de las categorías Físico y Biótico	.....	215
Tabla 4.68	Componentes y elementos de la Categoría socio-económico	.....	215
Tabla 4.69	Calificación en base a la magnitud del impacto.	.....	218
Tabla 4.70	Calificación en base a la Importancia del impacto.	.....	219
Tabla 4.71	Acciones que causan mayor impacto negativo en el orden de valoración en la etapa de construcción del proyecto.	.....	221
Tabla 4.72	Acciones que causan mayor impacto negativo en el orden de valoración en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.	.....	221

Tabla 4.73	Resultandos de las matrices de calificación de impactos en la etapa de construcción	.....	221
Tabla 4.74	Resultandos de las matrices de calificación de impactos en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.	.....	222
Tabla 4.75	Significancia de los factores ambientales en la etapa de construcción del proyecto.	.....	222
Tabla 4.76	Significancia de los factores ambientales en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.	.....	222
Tabla 4.77	Orden de importancia de los factores ambientales más afectados en la etapa de construcción del proyecto.	.....	223
Tabla 4.78	Orden de importancia de los factores ambientales más afectados en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.	.....	223
Tabla 4.79	Consideraciones para el manejo de información y educación ambiental.	.....	234
Tabla 4.80	Matriz de seguimiento del plan de manejo y monitoreo ambiental en la etapa de construcción del proyecto.	.....	235
Tabla 4.81	Matriz de responsabilidad del plan de contingencias.	.....	238
Tabla 5.1	Resumen del presupuesto de alcantarillado combinado	.....	258

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

No.	Contenido	Pag.
<i>Fotografía 2.1</i>	<i>Vía de acceso a la comunidad Paniquindra</i>	<i>4</i>
<i>Fotografía 2.2</i>	<i>Escuela Fiscal “Aurelio Jaramillo Leal”</i>	<i>5</i>
<i>Fotografía 2.3</i>	<i>Servicio de Agua entubada por fuera de sus viviendas</i>	<i>7</i>
<i>Fotografía 2.4</i>	<i>Tanque de Almacenamiento para la distribución de agua potable.</i>	<i>7</i>
<i>Fotografía 2.5</i>	<i>Servicio de Energía Eléctrica</i>	<i>7</i>
<i>Fotografía 2.6</i>	<i>Lotes de sembríos</i>	<i>8</i>
<i>Fotografía 2.7</i>	<i>viviendas en la comunidad</i>	<i>32</i>
<i>Fotografía 2.8</i>	<i>Medios de transporte hacia las comunidades</i>	<i>33</i>
<i>Fotografía 2.9</i>	<i>Escuela de la comunidad</i>	<i>35</i>
<i>Fotografía 2.10</i>	<i>Iglesia de Paniquindra</i>	<i>36</i>
<i>Fotografía 2.11</i>	<i>Reunión en el patio de la casa comunal</i>	<i>36</i>
<i>Fotografía 4.1</i>	<i>Estación total marca trimble</i>	<i>43</i>

INDICE DE ANEXOS

ANEXO No.	CONTENIDO
ANEXO No. 1	Identificación y caracterización de la población objetivo
ANEXO No. 2	Monografías red GPS comunidad Paniquindra
ANEXO No. 3	Mapa geológico del área del proyecto
ANEXO No. 4	Valores del factor z en función de la zona sísmica adoptada
ANEXO No. 5	Nivel de amenaza sísmica
ANEXO No. 6	Nivel de amenaza volcánica
ANEXO No. 7	Nivel de amenaza por deslizamiento
ANEXO No. 8	Ubicación de las perforaciones en la red de alcantarillado de la comunidad Paniquindra
ANEXO No. 9	Registros de perforación SPT
ANEXO No. 10	Registros de ensayos en laboratorio
ANEXO No. 11	Ubicación de la estación meteorológica m 105 de Otavalo en el mapa de zonificación de intensidades máximas (pertenece a la zona 11)
ANEXO No. 12	Límite de la normativa de descarga de agua residuales: sistema de alcantarillado y cuerpo de agua dulce. (tulas)
ANEXO No. 13	Análisis de agua
ANEXO No. 14	Tabla utilizada para el diseño de alcantarillado
ANEXO No. 15	Diseño de alcantarillado sanitario
ANEXO No. 16	Evaluación del coeficiente de escorrentía según los índices (k) utilizado para el diseño de alcantarillado
ANEXO No. 17	Ecuaciones de intensidad máxima para la zona 11
ANEXO No. 18	Valor de intensidad diaria máxima para la zona 11
ANEXO No. 19	Diseño de alcantarillado pluvial
ANEXO No. 20	Diseño de alcantarillado combinado

ANEXO No. 21	Separador de caudales
ANEXO No. 22	Rejas y rejillas
ANEXO No. 23	Plantas de tratamiento
ANEXO No. 24	Diseño estructural de las paredes de las plantas de tratamiento
ANEXO No. 25	Estructuras de descarga
ANEXO No. 26	Precios unitarios del proyecto
ANEXO No. 27	Presupuestos de las dos alternativas del proyecto
ANEXO No. 28	Cronograma valorado de la alternativa más viable por componentes
ANEXO No. 29	Matriz de interrelación de impactos
ANEXO No. 30	Matriz de identificación de impactos
ANEXO No. 31	Matriz de valoración de impactos
ANEXO No. 32	Matriz de jerarquización de impactos
ANEXO No. 33	Plan para monitoreo y control ambiental
ANEXO No. 34	Plan de abandono y rehabilitación de zonas afectadas
ANEXO No. 35	Planos del proyecto

INDICE DE PLANOS

CODIGO	CONTENIDO
---------------	------------------

TOMO III

PL-G	Planimetría general del proyecto
PL-AS	Planimetría alcantarillado sanitario
AA-AS	Áreas de aportación alcantarillado sanitario
PERF-AS	Perfiles alcantarillado sanitario
PL-AP	Planimetría alcantarillado pluvial
AA-AP	Áreas de aportación alcantarillado pluvial

TOMO IV

PERF-AP	Perfiles alcantarillado pluvial
PL-AC	Planimetría alcantarillado combinado
AA-AC	Áreas de aportación alcantarillado combinado
PERF-AC	Perfiles alcantarillado sanitario
PT	Plantas de tratamiento
DET	Detalles

RESUMEN EJECUTIVO

El alcance del proyecto es plasmar en realidad una necesidad de la comunidad Paniquinda de mejorar su calidad de vida, presentando un análisis de datos socio-económicos, topográficos, hidrológicos, geológicos-geotécnicos de la zona obtenidos de trabajos de campo como de laboratorio y gabinete, para establecer las bases de diseño buscando la solución más económica para abarcar todos los aspectos relacionados con la recolección, conducción y tratamiento de las aguas servidas, solucionando en forma definitiva y eficiente los problemas de salubridad que la falta de medios higiénicos conlleva.

Con este trabajo de grado se propone colaborar con la comunidad ya que las autoridades locales han propuesto financiar el proyecto previa presentación de estudios técnicos – económicos que justifiquen la inversión.

El estudio contiene los diseños de los sistemas de alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial, alcantarillado combinado, tratamiento de los desechos sanitarios, tomando en cuenta todos los parámetros hidráulico-sanitarios para el propósito, regidos por una normativa para su aplicación como es la norma del EX IEOS (Ex Instituto Ecuatoriano de Obras de Saneamiento) y las normas de diseño de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado.

Para el diseño de los planos topográficos y perfiles, fueron realizados empleando el programa Auto Cad 2013 y Civil 3D 2013

Las operaciones y cálculos necesarios para obtener los parámetros requeridos se explican en cada capítulo además se indica que se utilizó el programa Excel,

El presupuesto de las dos alternativas del proyecto se realizó en base a datos actualizados de la Cámara de la Construcción de Quito usando el programa Proexcel.

Se determinó la mejor alternativa en función del costo total de cada una de ellas.

Los costos de campamentos, impacto ambiental y seguridad industrial no se detallan en el presupuesto pero se incluye en los costos indirectos de los precios unitarios para cada rubro.

Se realizó la evaluación económica-financiera del proyecto, mediante una estimación tarifaria y en base a los beneficios hacia la comunidad.

Se incluyen las especificaciones técnicas de los materiales recomendados a utilizar para la construcción, a su vez la programación de obra del proyecto para la alternativa seleccionada se realizó usando el programa Proexcel.

Se tomó especial atención a los impactos ambientales que se generarán debido a la ejecución del proyecto mitigándolos al máximo.

CAPÍTULO 1.

1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Comunidad PANIQUINDRA,
Parroquia la Esperanza, Cantón Ibarra, Provincia de Imbabura.**

1.2 ENTIDAD EJECUTORA

Entidad Ejecutora	Estudiantes Egresados de Ingeniería Civil
Entidad	Universidad Politécnica Salesiana
Sector	Saneamiento
Director	Msc. Ing. Carlos Gutiérrez

1.3 COBERTURA Y LOCALIZACION

1.3.1 UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra localizado al lado Este del cerro Imbabura en la Comunidad Paniquindra como se indica en la figura 1.1, pertenece a la Parroquia La Esperanza del Cantón Ibarra de la Provincia de Imbabura.

Se encuentra ubicado aproximadamente a 8Km de la Ciudad de Ibarra en línea recta en el Sur del Cantón Ibarra.

Su ubicación geográfica se indica a continuación como también en la figura 1.2

Provincia: Imbabura

Cantón: Ibarra

Parroquia: La Esperanza

Comunidad: Paniquindra



Figura 1.1.- Localización geográfica de la comunidad de “Paniquindra”

Fuente: Los autores

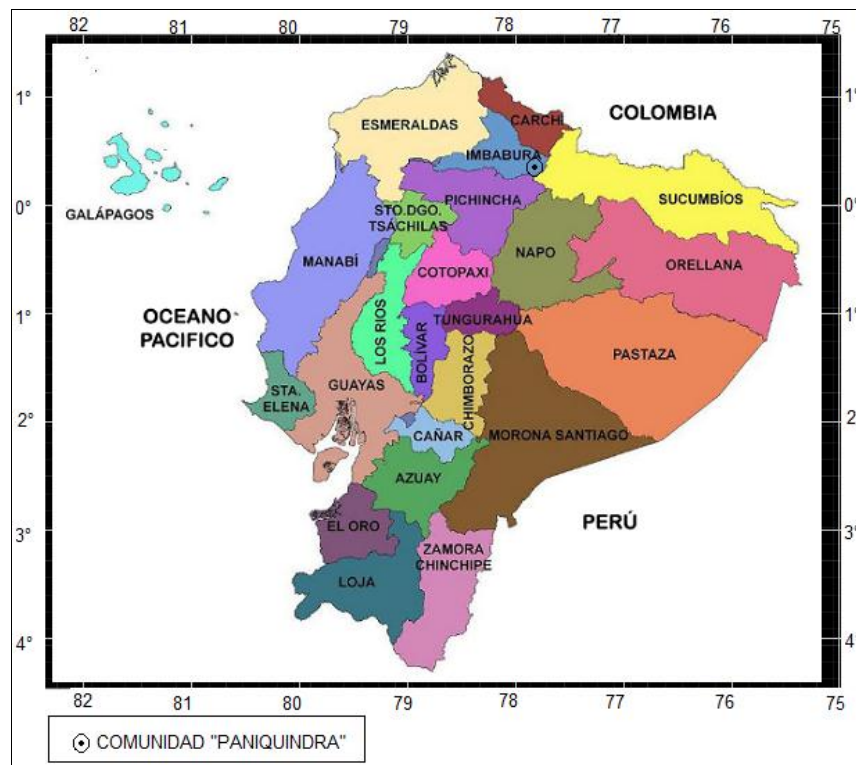


Figura 1.2.- Ubicación geográfica de la comunidad de “Paniquindra”

Fuente: Los Autores

1.3.2 LOCALIZACIÓN GEOREFERENCIADA DEL PROYECTO

La comunidad está ubicada al Sur Este de La Provincia de Imbabura, perteneciente a la Jurisdicción del Cantón Ibarra, Parroquia la Esperanza.

LIMITES

Norte : Delimita con la Quebrada Punguhuaycu con La Comunidad de la Florida

Sur : Cerro Cubilche

Este : Delimita con la Quebrada Zuletahuaycu con La Comunidad La Magdalena

Oeste : Delimita con la Quebrada Yanahuaycu con La Comunidad El Abra

SUPERFICIE:

La comunidad de Paniquindra tiene una superficie de 116.44Ha

La población se encuentra asentada en una zona fría en el este del cerro Imbabura a 2901 msnm y posee una topografía ondulada.

El proyecto tendrá una cobertura de 72.44 Ha que corresponde al perímetro poblado de la comunidad.

En la zona de influencia se encontró el Hito IGM ÑII-F2, 39941, cuyas coordenadas geográficas son:

Latitud N: 10028000.000

Latitud E: 820000.000

1.4 MONTO DE INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO

COSTO TOTAL DE LA OBRA:	731 794,97 Dólares
-------------------------	--------------------

1.5 PLAZO DE EJECUCIÓN

MESES DE DURACION:	12
--------------------	----

1.6 SECTOR Y TIPO DE PROYECTO

SECTOR:	Proyecto de Obra Social
SUBSECTOR:	Saneamiento
ESPECÍFICO:	Alcantarillado Sanitario
COBERTURA:	Comunal
TIPO DE OBRA	Emergente

CAPÍTULO 2

2 DIAGNÓSTICO Y PROBLEMA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACION ACTUAL DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

2.1.1 VÍAS DE ACCESO

El principal acceso se da por la carretera Plaza Lasso que inicia como prolongación de la avenida El Retorno en la Ciudad de Ibarra que conduce a La parroquia La Esperanza con dirección al Grupo de Caballería Número 36 “YAHUACHI” y en la plazoleta de Artesanos en la comunidad de Rumipamba, se desvía hacia la derecha por la vía de tercer orden que se encuentra actualmente empedrada en estado regular por el tránsito de vehículos pesados como buses que comunican este sector con las comunidades vecinas pasando así junto a la Escuela Aurelio Jaramillo de la comunidad de Paniquindra en dirección a la Comunidad de Magdalena.



Fotografía 2.1.- Vía de acceso a la comunidad Paniquindra

2.1.2 POBLACIÓN

La Comunidad tiene una población aproximada de 845 habitantes que viene a ser el 100 % de la población encuestada. De los cuales 51% es de población masculina y el 49% restante es de población femenina indicado en la tabla 2.1

Categoría	Casos	%
HOMBRES	411	48,64%
MUJERES	434	51,36%
SUMATORIA	845	100,00%

Tabla 2.1: Habitantes encuestados

Fuente: Encuesta Enero 2012(Los Autores)

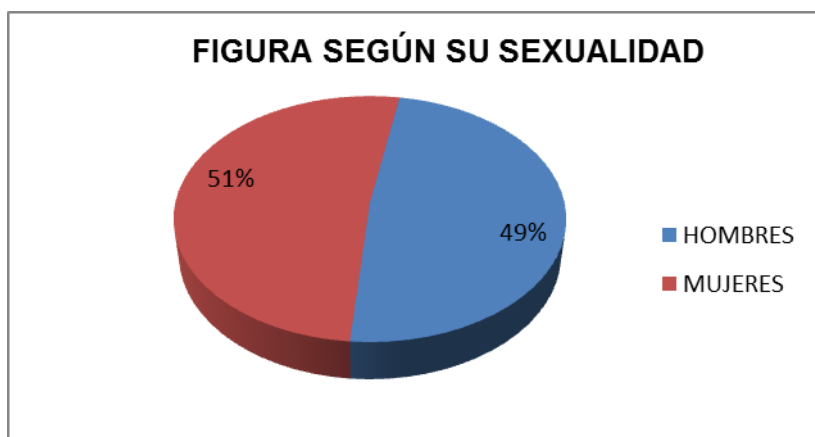


Figura 2.1.- Clasificación de la población según su sexualidad

Fuente: Encuesta Enero 2012(Los Autores)

2.1.3 EDUCACIÓN

La comunidad tiene una Escuela Fiscal Mixta Denominada” **Aurelio Jaramillo Leal**”. La misma que fue creada y construida en las épocas de la Misión Andina.

La escuela cuenta con el apoyo de Cuatro Docentes, y los habitantes que realizan sus estudios de nivel secundario o superior lo hacen en la ciudad de Ibarra o Quito. Dando como resultado migración selectiva.



Fotografía 2.2.- Escuela Fiscal “Aurelio Jaramillo Leal”

2.1.4 SALUD

La población no cuenta con un sub centro de salud público, ni privado y los habitantes que se encuentran enfermos son atendidos en el Sub centro de salud más cercano que corresponde a la Parroquia la Esperanza o acuden a médicos particulares en la ciudad de Ibarra.

En la tabla 2.2 se indica la atención de consultas externas en el sub-centro de salud La Esperanza en el año 2010.

Causas de atención	Medicina General	Odontología
Atención por morbilidad	7598	2852
Consultas preventivas	9160	3869
Promedio de consultas	1315.5	237.6
Total de consultas	15786	2852

Tabla 2.2- Tipo de atención médica en el sub- centro de salud de la parroquia La Esperanza.

Fuente: Estadística de la Unidad de salud Elaborado por los Autores

El porcentaje de la demanda de consultas anuales para un Sub Centro de Salud Rural, como muestra esta unidad es de 75% con un índice de 2 consultas al año; teniendo como universo una población de 8178 habitantes a nivel parroquial, lo que nos arroja una demanda de 16356 atenciones. Durante el Año 2010 se alcanzó 18638 consultas, lo que representa 14% de cobertura en consultas de primer nivel.

2.1.5 SERVICIOS BÁSICOS EXISTENTES

Sistema de agua potable.

Un 100 % de la población cuenta con agua potable, gracias a la lucha y unión de los comuneros se ha logrado tener este servicio. EL mismo que tiene los tanques de almacenamiento en la parte alta de la comunidad, las viviendas cuentan con medidor propio, y al mes pagan un consumo promedio de \$ 4,00.

Adicionalmente la recaudación del servicio y su administración es realizada por miembros directivos de la junta de aguas, los mismos que se encargan de dar el mantenimiento necesario y el respectivo abastecimiento.



Fotografía 2.3.- Servicio de Agua entubada por fuera de sus viviendas



Fotografía 2.4.- Tanque de Almacenamiento para la distribución de agua potable.

Energía Eléctrica y Telefonía

En la Comunidad el servicio de energía eléctrica es proporcionado por los gobiernos locales mediante la empresa pública EMELNORTE.



Fotografía 2.5.- Servicio de Energía Eléctrica

El 100 % de la población no tiene telefonía fija pero su comunicación la realizan por medio de telefonía móvil-celular. Pagando aproximadamente \$ 10,00 al mes.

Sistema de Recolección de Desecho Sólidos

El 60 % de la población cuenta con la recolección de desechos sólidos siendo éste servicio distribuido en 3 turnos semanales, de acuerdo a la disposición del departamento de higiene del Municipio de la ciudad de Ibarra pasando el recolector solo por la vía principal en los días establecidos.

Sistema de alcantarillado.

El 100% de la población no cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario, pues cuenta con fosas sépticas en cada vivienda.

2.1.6 SITUACIÓN SOCIO - ECONÓMICA

En la figura 2.2 podemos ver que La comunidad Paniquindra se dedica a las actividades de extracción directa de bienes de la naturaleza, sin transformaciones, como la producción agrícola, y pecuaria, mismas que no representa el principal fuente de ingresos económicos y es considerada como una actividad complementaria de subsistencia y autoconsumo familiar, la mayor parte de la población se dedica a actividades de prestación de servicios no profesionales en actividades de la construcción.



**Fotografía 2.6.- Lotes de
sembríos**

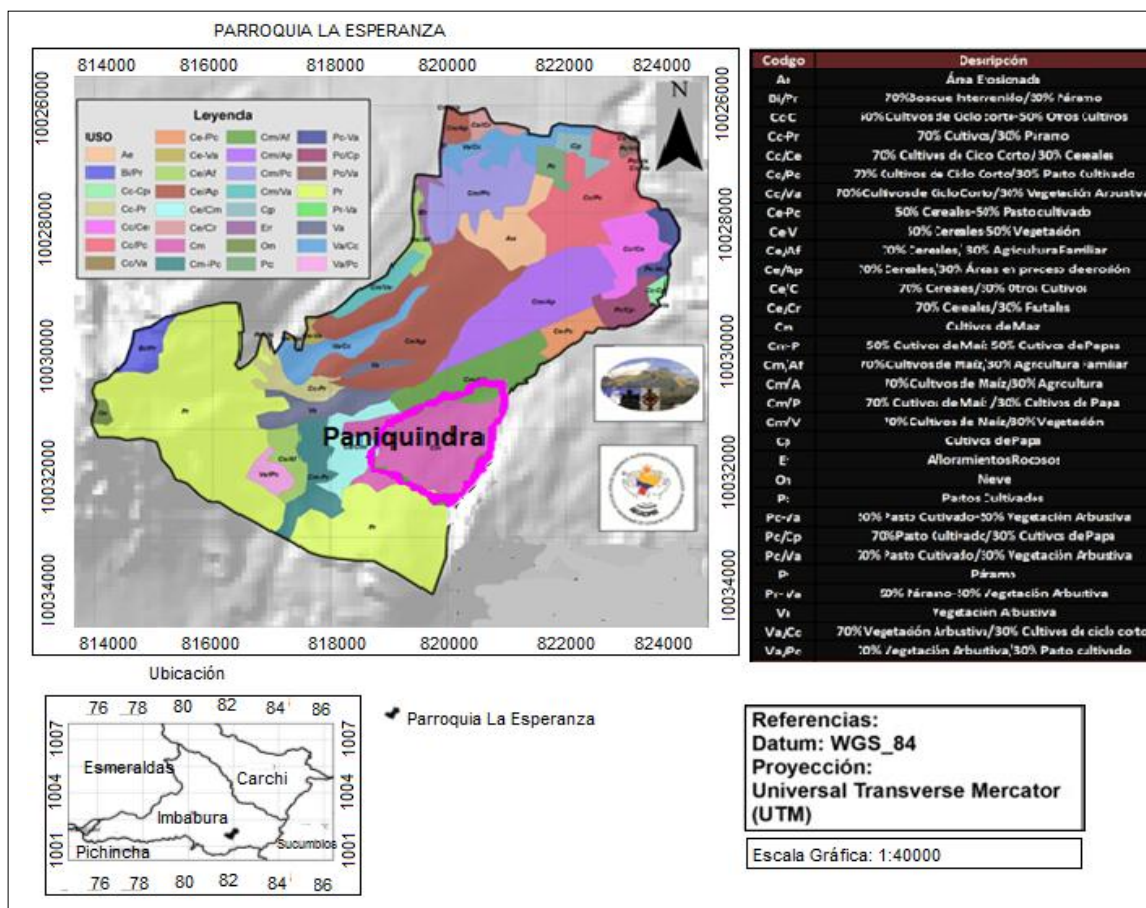


Figura 2.2- Uso Actual del Suelo-Actividades Productivas de la parroquia de la Esperanza, tomado como base del Gobierno Provincial de Imbabura.

Fuente: Mapa 2.2 del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de La Parroquia La Esperanza

2.1.7 VIVIENDA

En la comunidad la mayoría de las casas son pequeñas de una planta con cubierta de teja y otras en menor cantidad son de una planta con cubierta de losa o cemento, además existen 2 chozas, para los casos encuestados existen varios tipos de viviendas, casas o villas, mediaguas, chozas, departamentos.

2.1.8 ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS

En la comunidad dentro del sistema económico que se desarrolla es importante conocer las principales actividades productivas a las que se dedica la población para satisfacer las necesidades económicas básicas de la familia, a que sector pertenecen como primario, secundario, terciario, y los flujos de comercialización de la producción que a continuación se detalla.

Primario: Agricultura (cultivo de maíz, la cebada y el cultivo de la papa como las principales actividades agrícolas de incidencia económica para la comunidad), ganadería

Secundario: manufacturera

Terciario: comercio, transporte, construcción, esparcimiento, así como servicios personales de limpieza, domésticos, etc.

2.1.9 TURISMO

En la comunidad se han manejado emprendimientos de turismo comunitario, aprovechando los valores culturales, los sitios de atractivo turístico como el volcán Imbabura, el lago del Cubilche y de las artesanías elaboradas en las comunidades, actividad que genera importantes ingresos económicos en las familias.

La población que ofrecen servicios de actividades culturales, visitas a talleres artesanales, caminatas por los senderos ecológicos, acenso al volcán Imbabura y al lago Cubilche. La afluencia de turistas va desde el mes de Junio, Julio, Agosto y Septiembre, donde el turista disfruta de las costumbres y tradiciones de las comunidades (Inti raimé).

2.1.10 GOBIERNO Y AUTORIDADES

La comunidad pertenece a la parroquia civil La Esperanza, la misma que se divide en 4 barrios y 12 comunidades, que están representados por sus respectivas autoridades. El reconocimiento de gobiernos parroquiales data desde la Constitución Política de 1998 Artículo 228, en la que reconoce a las juntas parroquiales rurales como el primer nivel de los gobiernos autónomos y le caracteriza como organismos promotores, mediadores, y articuladores de la acción pública y privada. Tomando fuerza en la presente constitución de la república del 2008 y la ley vigente expedida bajo registro oficial 303 del 19 de Octubre del 2010 del código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización COOTAD.

2.1.11 MATRIZ DE INVOLUCRADOS

		Involucrados	Intereses	Problemas percibidos	Recursos y mandados	Intereses en el proyecto	Conflictos potenciales
DIRECTOS	INTERNOS	Población de Paniquindra	Sistema de Alcantarillado Sanitario	Amenaza de enfermedades contra la salud de la comunidad por la proliferación de las epidemias	R: Político	ALTO	-
					M: Constitución Política del Ecuador		
			Pronta solución de problemas de la letrinas	Proliferación de los malos olores y provocación de enfermedades	R: Político	ALTO	-
					M: Constitución Política del Ecuador		
		Junta de Agua	Político otorgamiento de administración del sistema del sistema Alcantarillado sanitario	Oposición de la poblaciones de los comuneros de entregar al municipio	R: Político	MEDIO	Intereses de otros poblaciones aledaños
					M: Constitución Política del Ecuador		
INDIRECTOS	EXTERNOS	Junta Parroquial de la Esperanza	Interés económico y político por conseguir adeptos a sus funciones	Descontento de la población por descuido de las autoridades	R: Político	ALTO	-
					M: Constitución Política del Ecuador, leyes de régimen de la parroquia		
		Municipio de Ibarra	Político y obtención de información del proyecto.	Falta de apoyo político de la población afectados	R: Político	MEDIO	Falta de recursos económicos para solventar el proyecto
					M: Constitución Política del Ecuador, leyes de Régimen interno		
	INTERNOS	Técnicos de diseño del Alcantarillado	Elaborar los sistemas más eficientes en red de Alcantarillado Sanitario, solventar el plan de tesis	Falta de estudios de perfectibilidad en la comunidad de Paniquindra	R: Político	ALTO	-
					M: Constitución Política del Ecuador, leyes de Régimen Reglamentaría de la Universidad Politécnica Salesiana, Manual de Diseño.		
	EXTERNOS	Consejo Provincial de Imbabura	Político económico que se realiza el proyecto	Que haya proyectos con mayor urgencia de realizarse	R: económico y político	MEDIO	Falta de apoyo condicionado
					M: ley de Régimen		
					Provincial ,		
					SENPLADES		

En la tabla 2.3 se indica la matriz de involucrados para éste proyecto.

Tabla 2.3- Matriz de involucrados en el proyecto de alcantarillado sanitario para la comunidad Paniquindra.

Fuente: Los autores

2.2 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

2.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

La comunidad de “Paniquindra” en la actualidad se encuentra muy organizada, a partir que cuenta con agua potable.

La tasa de mortalidad infantil ha sido principalmente de origen hídrico; cuyas enfermedades son: (diarreas, parasitarias, dérmicas) en la parroquia de la Esperanza de acuerdo a los datos del hospital de Ibarra hacen por lo que el proyecto de alcantarillado sanitario es una necesidad imperiosa.

Además el gobierno Provincial de Imbabura doto por medio de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado EMAPA- Ibarra y las juntas de agua legalmente constituidas cubriendo con redes y colocando medidores en la comunidad esto incrementó el problema de las descargas de aguas servidas domiciliarias, volviendo así una necesidad sentida la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario con su respectivo tratamiento.

2.2.2 INTERESES Y NECESIDADES DE LA POBLACIÓN

El principal interés de la comunidad es el desarrollo de la misma, que ha sido desatendida por los poderes seccionales y que tiene visión a futuro de desarrollar el turismo, para eso debe tener una buena presentación tanto física como moral por la ubicación y los lugares naturales que poseen como por ejemplo la encañonada de Paniquindra, La caminata la laguna Cubilche, la caminata al cerro Imbabura, etc... Y que pueden ser aprovechados y al mismo tiempo el mejorar la calidad de vida de sus habitantes disminuyendo enfermedades y gastos en su diario vivir.

2.2.3 DIAGNÓSTICO

En el sector del proyecto las enfermedades aparecidas en la población en especial en los niños son debido al uso de letrinas y colapso de las fosas sépticas como también a la infiltración de las aguas negras en las cementeras.

Cuando el agua residual de tipo doméstico es lanzada a los cuerpos hídricos sin ningún tratamiento o desinfección suelen contaminarlos con alta concentración de bacterias, virus y parásitos, creando un grave problema de la salud de la población.

Para mejorar la calidad de vida de los habitantes es necesaria la dotación de servicios básicos. Al hablar de calidad de vida se constituye en buen vivir, disminución de gastos y buena salud, entonces al tener servicios básicos disminuimos gastos en las enfermedades provocadas por la falta de alcantarillado pudiendo los pobladores tener un ahorro a largo plazo y avanzar en su énfasis de mejora.

2.2.4 SOLUCIÓN

Proveer de un sistema de red de alcantarillado sanitario con su respectiva planta de tratamiento de Aguas Residuales a la población de la comunidad Paniquindra para mejorar su calidad de vida; con el fin de causar el menor impacto al ecosistema.

Al no realizar este proyecto, la comunidad estaría limitada en su desarrollo económico –social, produciéndose un retraso y estancamiento en relación a sus objetivos planteados.

2.2.5 ÁRBOL DE PROBLEMAS

En la figura 2.3 se indica el esquema del árbol de problemas presentes en el sector del proyecto.

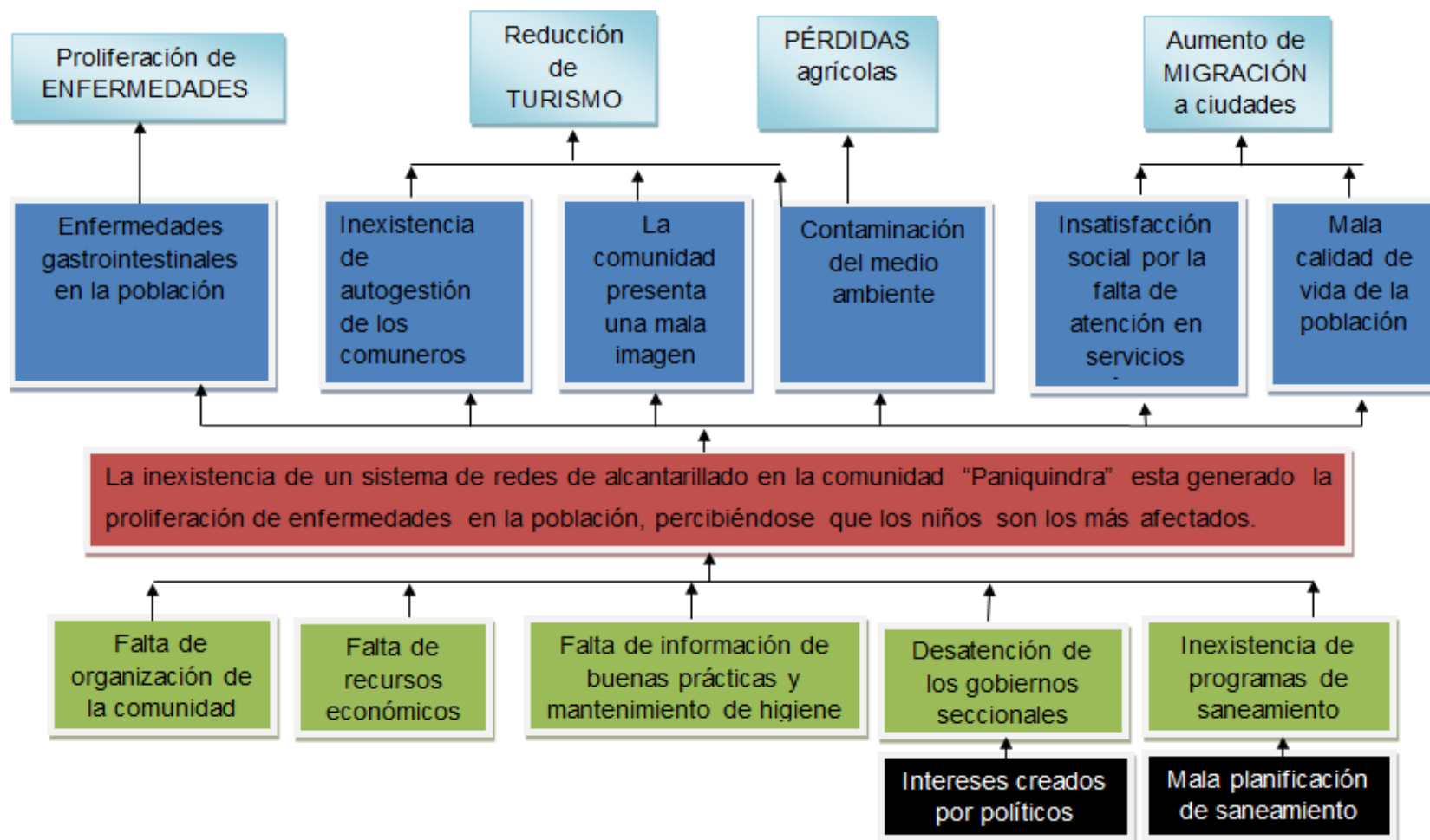


Figura 2.3.- Esquema del árbol de problemas

Fuente: Los Autores

2.3 LINEA BASE DEL PROYECTO

En la tabla 2.4 se presenta los indicadores de línea base del presente proyecto.

Problema	Indicador	Fuente
Mala calidad de vida de la población	100% de la población no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario	Encuesta realizada por los autores (enero 2012)
La falta de alcantarillado sanitario produce insalubridad y crecimiento de las enfermedades estomacales.	35% presenta infección respiratoria 7% parasitosis intestinal 5% infección del tracto urinario 4% Dermatitis 4% Diarrea aguda 3% vaginitis 2% infección intestinal 1% conjuntivitis El 28% restante otras enfermedades.	Informe SIVAN 2010, Agenda 21 del Centro de salud de la parroquia La Esperanza
La visita al médico genera pérdida de tiempo y por ende pérdida económica de la población	El 55% de la población visita al médico 2 veces al año	Encuesta realizada por los autores (enero 2012)

Tabla 2.4- Indicadores de línea base en el sector del proyecto.

Fuente: Los autores

2.4 ANÁLISIS DE LA OFERTA Y LA DEMANDA

2.4.1 DEMANDA

2.4.1.1 Población de referencia

La población que se encuentra dentro del área de influencia del Proyecto corresponde al análisis de demanda, y vienen a ser los moradores en el año 2012 de la comunidad de “Paniquindra” que serán los usuarios directos e indirectos del Proyecto.

2.4.1.1.1 Censo de población

De los datos finales de la encuesta realizada para el presente proyecto tenemos la existencia de 411 mujeres que corresponde al 49% de la población y 434 hombres que corresponden al 51% restante, indicado en la tabla 2.5 y en la figura 2.4

Categoría	Casos	%
HOMBRES	411	49.0%
MUJERES	434	51.0%
SUMATORIA	845	100,00%

Tabla 2.5.- Población demandante.

Fuente.- Encuesta Enero 2012(Los Autores)

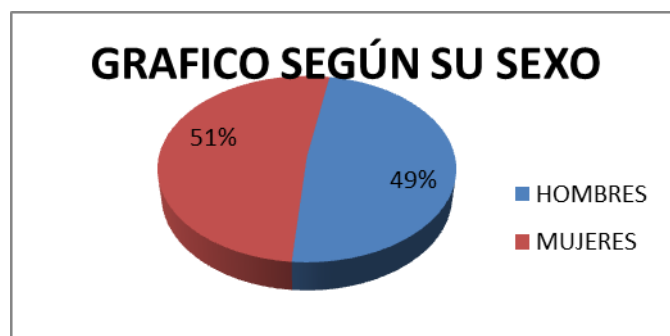


Figura 2.4.- Identificación de la población según su sexo

Fuente: Encuesta Enero 2012(Los Autores)

2.4.1.1.2 Censo de vivienda

Para tener un claro conocimiento del tipo de vivienda de la población para la cual se realiza el proyecto, se ha considerado en la encuesta de enero del año 2012 a 17 viviendas de hormigón, 145 viviendas pequeñas consideradas como villas o casas de 1 piso y 3 chozas, teniendo un total de viviendas a servir de 165 indicadas en la tabla 2.6 y en la figura 2.5, cabe mencionar que algunas viviendas son compartidas por más de una familia.

Categoría	Casos	%
HORMIGON	17	10,30%
CASA/VILLA	145	87,88%
CHOZA	3	1,82%
SUMATORIA	165	100,00%

Tabla 2.6: Clasificaciones de las viviendas
Fuente.- Encuesta Enero 2012(Los Autores)

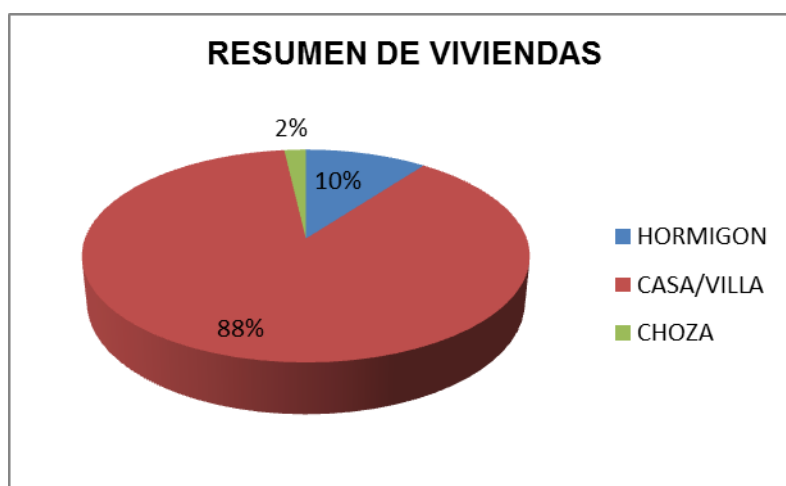


Figura 2.5.- Identificación de las viviendas
Fuente.- Encuesta Enero 2012(Los Autores)

2.4.1.1.3 Estimación de la población actual

Para la estimación de la población actual se hace referencia a los datos poblacionales obtenidos por la comunidad desde el año 2009. La población que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto corresponde a los 845 moradores encuestados en el año 2012, que serán los usuario directos e indirectos del Proyecto. Se indica en la tabla 2.7

Año	Nº Habitantes
2009	830
2010	833
2011	838
2012	845

Tabla 2.7.- Población demandante de referencia y potencial en el año 2012

Fuente.- Los Autores.

2.4.1.2 Población demandante potencial

La Población demandante potencial corresponde a la totalidad o es la parte de la población de referencia ya que ningún morador de la comunidad cuenta con un plan maestro de Alcantarillado Sanitario que cubra y satisfaga sus necesidades, sin ocasionarle problemas de insalubridad.

2.4.1.3 Población demandante efectiva

La Población demandante efectiva en la actualidad corresponde a la totalidad de la población (845 Habitantes, ver tabla 2.8) es decir el 100% de la población, es decir toda comunidad de “Paniquindra” tiene la necesidad de Plan Maestro de Alcantarillado Sanitario de calidad.

Año	Nº Habitantes
2012	845

Tabla 2.8.- Resumen total de habitantes

Fuente.- Encuesta Enero 2012(Los Autores)

2.4.1.4 Proyección de la demanda actual

La población de demanda actual de los comuneros de “Paniquindra” corresponde a la totalidad de la población encuestada, es decir al 100% de la población referencial, que son afectadas directa e indirectamente por los problemas de insalubridad.

2.4.1.5 Proyección de demanda

2.4.1.5.1 Periodo de diseño del proyecto

Es el tiempo durante el cual un proyecto de ingeniería sirve con eficiencia para lo que fue diseñado. Los factores más importantes que intervienen en la adaptación de las bases técnicas para el cálculo, diseño y planificación de un sistema de alcantarillado son las siguientes: Período de diseño, población futura, dotación futura de agua potable, caudales de diseño

El período de diseño adoptado para la creación de la red de alcantarillado en el presente estudio es 20 años tiempo recomendado tanto por el Ex-IEOS como por otros organismos de los países latinoamericanos, asumiendo que la construcción se realice dentro de 10 años por motivo de que la búsqueda de financiamiento es por parte de los comuneros hacia los gobiernos u empresas no gubernamentales el inicio del funcionamiento del sistema sería en el año 2022, y el final del período de diseño será en el año 2042.

2.4.1.5.2 Estimación de la población futura

El cálculo de la población futura es un requisito en la determinación de los factores necesarios, tanto para un sistema de agua potable como para un sistema de alcantarillado sanitario. Los métodos o expresiones matemáticas utilizadas para determinar el crecimiento poblacional son empíricos y muy adecuados para el estudio que nos interesa, por lo que haciendo uso de estos métodos se determinó que la población futura de la Comunidad de “Paniquindra” es de 1139 habitantes al año de diseño planteado de la red de alcantarillado.

De acuerdo a las normas latinoamericanas para determinar la población futura se utilizó el método de crecimiento geométrico (Cambio Geométrico), puesto que la aplicación de este método supone que la población aumenta constantemente en una cifra proporcional a su volumen cambiante.

La expresión utilizada se desarrolla según el detalle que se define:

Método geométrico

Para este método únicamente usamos los dos últimos años censales y está basado en un cálculo logarítmico, es por eso que primero obtendremos un incremento poblacional de cada año usando la siguiente formula:

Crecimiento geométrico.

$$P_f = P_o * (1 + r)^{\Delta t}$$

Ecuación 2.1-Población futura utilizando el método geométrico

$$r = \left[\left(\frac{Pa}{Pca} \right) \right]^{\frac{1}{T_{cp} - T_{ca}}}$$

Ecuación 2.2 – Tasa de crecimiento para método geométrico

Dónde:

r = Taza de crecimiento o índice de crecimiento

Pa = Población actual

Pca = Población anterior

Tca = Tiempo de censo actual o inicial

Tcp = Tiempo de censo futuro o subsiguiente

El método se considera que el logaritmo poblacional varía linealmente en relación al tiempo.

Con los datos disponibles para nuestro estudio, se tiene de la siguiente manera.

$$r = \left[\left(\frac{845}{838} \right) \right]^{\frac{1}{2012-2011}} - 1 = 0.00835$$

La proyección sería.

$$P_f = P_o * (1 + r)^{\Delta t}$$

$$P_f = 845 * (1 + 0.00835)^{30}$$

$$P_f = 1085 \text{ Hab.}$$

Método crecimiento lineal o aritmético.

Para calcular mediante el método aritmético debemos obtener el incremento poblacional que existe en cada uno de los censos cada año.

Luego de lo cual si entre estos valores encontramos una diferencia menor al 25% debemos obtener un promedio

$$P_f = P_o + K_a * (t_f - t_o)$$

Ecuación 2.3- Población futura utilizando el método lineal

Donde:

Pf = Población futura o proyectada

po = Población presente

to = tiempo de censo actual

tf = tiempo de censo próximo

pd = Periodo de diseño

ka = Taza de cambio de la población.

La validez de este método se puede verificar examinando el crecimiento de la comunidad para determinar si se ha producido variaciones poblacionales similares o iguales entre los censos recientes registrados.

Se tiene el inconveniente que, para plazos largos existe discrepancia con la realidad histórica, ya que el crecimiento en este método se hace limitado.

A continuación se realiza el análisis poblacional utilizando este método para la comunidad de “Paniquindra”.

$$k_A = \frac{P_f - P_o}{t_f - t_o}$$

Ecuación 2.4.- Tasa de cambio poblacional para el método lineal

$$Ka_1 = \frac{833 - 830}{2010 - 2009} = 3 \frac{hab}{año}$$

$$Ka_2 = \frac{838 - 833}{2011 - 2010} = 5 \frac{hab}{año}$$

$$Ka_3 = \frac{845 - 838}{2012 - 2011} = 7 \frac{hab}{año}$$

$$\frac{Ka_2 - Ka_1}{Ka_2} * 100 = 40\%$$

$$\frac{Ka_3 - Ka_2}{Ka_3} * 100 = 29\%$$

Analizado los dos últimos incrementos observamos que no se encuentra relacionado con el rango de 25%, razón por la cual el incremento de poblacional para cada lo tomaremos de 7 hab. /año.

$$P_f = P_o + K_a * (P_d)$$

$$P_f = P_o + K_{a3} * (P_d)$$

$$P_f = 845 + 7 * (30)$$

$$P_f = 1055 \text{ hab.}$$

Método tasas de Crecientes.

En este método se debe asumir una población de Saturación, es decir la máxima población admisible en el área de un Proyecto para lo cual podemos determinar una media aritmética de los dos métodos anteriores dicha población de saturación la simbolizamos con la letra S.

La expresión indica que el crecimiento dado por el método anterior no se mantiene a largo plazo, sino que decrece conforme la población la población se acerca a valor de saturación que puede soportar la ciudad y su zona de influencia. Es decir, que responde a la ecuación:

$$P_f = S - (S - P_i)e^{-kd-\Delta t}$$

Ecuación 2.5.- Población futura utilizada el método de tasa de crecimiento

Donde:

S= Población de saturación

Kd= Taza de crecimiento

Pi= Población inicial

Δt= Periodo de tiempo

$$K_d = \frac{-\ln \frac{S - Pf}{S - Pi}}{\Delta t}$$

$$S = \frac{Pf(M. aritmético) + Pf(M. Geometrico)}{2}$$

$$S = \frac{1055 + 1189}{2}$$

$$S = 1122 \text{ hab.}$$

$$K_d = \frac{-\ln \frac{1122 - 845}{1122 - 838}}{1}$$

$$K_d = 0.024956732$$

$$Pf = S - (S - Pi) * e^{-K_d * \Delta t}$$

$$Pf = 1122 - (1122 - 838) * e^{-0.024956732 * 30}$$

$$Pf = 988 \text{ Hab.}$$

Podemos verificar que el resultado de la Población Futura, mediante este método es muy bajo con la relación a los anteriores, por lo que se desecha este valor obtenido.

Otros métodos

Usando recomendaciones de MIDUVI, para el cálculo de la población futura en zonas rurales, se puede considerar un valor de índice de crecimiento que se tomara de las normas de diseño para el sistema de abastecimiento de agua potable, indicado en la tabla 2.9

Región geográfica	r(%)
Sierra	1
Costa, Oriente y Galápagos	1.5

Tabla 2.9.- Tasa de crecimiento poblacional

Fuente.- MIDUVI

$$P_f = P_o * \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

Ecuación 2.6.- Población futura utilizando el método sugerido

por el MIDUVI

Donde:

Pf= Población proyectada

Po= Población presente

r = Incremento probable por año

n = Número de años considerados

Para el caso de análisis

$$P_f = 845 * \left(1 + \frac{1}{100}\right)^{30}$$

Pf = 1139 Hab.

2.4.1.5.3 Distribución espacial futura de la población

En la tabla 2.10 se presenta un resumen de los valores de las poblaciones futuras calculadas por los distintos métodos

Método	Población (hab.)
Aritmética	1055
Geométrica	1085
Tasa de Crecientes	988
MIDUVI	1139

Tabla 2.10.- Resumen de los Valores de la Población Futura

Fuente.- Los Autores

2.4.2 OFERTA

La oferta actual es cero debido a que ningún morador de la comunidad cuenta con un plan maestro de Alcantarillado que cubra y satisfaga las necesidades de los usuarios, es decir evacuando las aguas servidas con salubridad y con la menor contaminación ambiental posible. Ya que no hay ningún proyecto pendiente o en ejecución respecto a un alcantarillado sanitario y/o pluvial con su respectivo tratamiento y disposición de las aguas residuales.

2.4.2.1 Estimación de la capacidad de servicio del nuevo proyecto

Se estima que para cuando se construya el proyecto que se asume serán máximo 10 años, se brindará el servicio para 933 Habitantes como indica la tabla 2.11. Estos dato obtenido del análisis por el método geométrico.

# Años	Año	Población (hab.)
0	2012	845
1	2013	853
2	2014	862
3	2015	871
4	2016	879
5	2017	888
6	2018	897
7	2019	906
8	2020	915
9	2021	924
10	2022	933

Tabla 2.11.- Estimación de la población futura a 10 años

Fuente.- Los Autores

2.4.2.2 Estimación de la capacidad futura del nuevo proyecto, para un periodo de diseño

Por lo antes mencionado a partir de la construcción, al término de la vida útil que se estima 30 años, el dato obtenido por el método geométrico es de 1139 hab. Indicados en la tabla 2.12.

# Años	Año	Población (hab.)
0	2012	845
1	2013	853
2	2014	862
3	2015	871
4	2016	879
5	2017	888
6	2018	897
7	2019	906
8	2020	915
9	2021	924
10	2022	933
11	2023	943
12	2024	952
13	2025	962
14	2026	971
15	2027	981
16	2028	991
17	2029	1001
18	2030	1011
19	2031	1021
20	2032	1031
21	2033	1041
22	2034	1052
23	2035	1062
24	2036	1073
25	2037	1084
26	2038	1094
27	2039	1105
28	2040	1116
29	2041	1128
30	2042	1139

Tabla 2.12.- Estimación de la población futura a 30 años

Fuente.- Los Autores

Para la proyección de la población futura total se debe considerar la existencia de una población flotante, es decir aquellas habitantes que en la realidad no vive en la comunidad de “Paniquindra” pero que en ciertos días visitan, principalmente por turismo, los cuales necesariamente utilizan las instalaciones de agua potable. Además se debe prever el hecho de que el sector se convertirá en zona turística y por lo tanto con mayor crecimiento poblacional.

Por anteriormente expuesto para nuestro proyecto se asume un valor de población futura igual al calculado por el método sugerido por el **MIDUVI**, es decir la población estimada es **1139 Hab.**

2.4.3 DEFICIT

2.4.3.1 Análisis de la oferta y demanda actual del servicio

La demanda actual del servicio viene a constituir el 100% de la población teniendo que la oferta del mismo es nula actualmente.

2.4.3.2 Análisis de la oferta y demanda futura del servicio

La demanda insatisfecha constituye la diferencia de la población a futuro que no se encuentra atendida menos la oferta futura de un Plan maestro de Alcantarillado de calidad, en este caso sigue constituyendo el total de la población demandante efectiva de la comunidad de "Paniquindra", que para el año 2042 es 1139 habitantes indicado en la tabla 2.13

Año	O. Futura	D. Futura	D. I. Futura
2012	0	845	-845
2013	0	853	-853
2014	0	862	-862
2015	0	871	-871
2016	0	879	-879
2017	0	888	-888
2018	0	897	-897
2019	0	906	-906
2020	0	915	-915
2021	0	924	-924
2022	0	933	-933
2023	0	943	-943
2024	0	952	-952
2025	0	962	-962
2026	0	971	-971
2027	0	981	-981
2028	0	991	-991
2029	0	1001	-1001
2030	0	1011	-1011
		continúa	p. 28
2031	0	1021	-1021
2032	0	1031	-1031

2033	0	1041	-1041
2034	0	1052	-1052
2035	0	1062	-1062
2036	0	1073	-1073
2037	0	1084	-1084
2038	0	1094	-1094
2039	0	1105	-1105
2040	0	1116	-1116
2041	0	1128	-1128
2042	0	1139	-1139

Tabla 2.13.- Demanda insatisfecha al año 2042

Fuente.- Los Autores

2.5 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO

2.5.1 IDENTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO

La población objetivo para el servicio de evacuación de aguas servidas y aguas lluvias alcanza a 845 habitantes que no tiene acceso la correcto manejo de aguas lluvias y aguas servidas. El 100% de las viviendas que serán usuarias del sistema de alcantarillado consta con distribución regular de agua potable.

2.5.2 CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO

La Comunidad de Paniquindra, cuenta con una población aproximada de 845 habitantes con una densidad de 5. Hab. /vivienda.

La principal actividad económica de los pobladores es la agricultura, ganadería en menor escala y comercio en menor cantidad. Según encuestas aplicadas a las familias su ingreso mensual es de 360 dólares/mes.

Número de viviendas: 180

Número de familias (usuarios): 231

Zona o área afectada: La afectación del proyecto será a la zona poblada de la Comunidad Paniquindra, la misma que ha sido encuestada.

2.5.2.1 Educación

En la comunidad el nivel de educación es bajo, principalmente en educación secundaria y educación superior, y esto se debe a la falta de recursos económicos de las familias. Teniendo así de la población encuestada en el mes de enero del año 2012 a la población mayor a 4 años, indicado en la tabla 2.14 y en la figura 2.6 Un 61.53% que tiene y está cursando la primaria, un 12.91% ha cursado o a completado su educación secundaria, apenas el 1.05% a completado su educación superior y el 24.51% no tiene ningún tipo de educación, o sabe leer y escribir pero no ha cursado por ninguna institución educativa.

Categoría	Casos	%
PRIMARIA	467	61,53%
SECUNDARIA	98	12,91%
SUPERIOR	8	1,05%
NINGUNA	186	24,51%
SUMATORIA	759	100,00%

Tabla 2.14.- Resumen de nivel de educación de los comuneros

Fuente.- Encuesta Enero 2012(Los Autores)

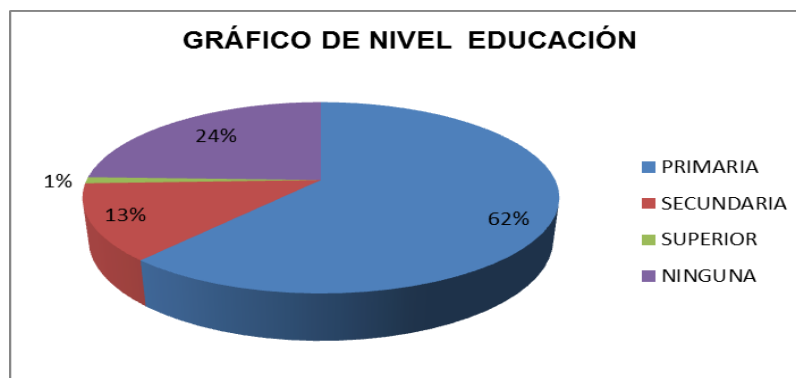


Figura 2.6.- identificación de nivel de la educación de la población

Fuente.- Encuesta Enero 2012(Los Autores)

2.5.2.2 Salud

Las principales enfermedades que afectan a la población son: gripes, enfermedades parasitarias, diarreicas, y de la piel, atacando especialmente a los niños.

La parasitosis conlleva a la desnutrición y esta es uno de los principales problemas de la salud en los países en desarrollo Contribuye a muertes infantiles y al rezago en el crecimiento físico e intelectual de los niños y niñas.

Según los datos del ministerio de Salud de Imbabura, Informe SIVAN 2010, tenemos el dato de desnutrición general: 54% rural y 45,96% urbano desnutrición de 1-5 años, 44,5% rural y 55,5% urbano desnutrición menos de 1 año. Cabe señalar que estos porcentajes no son en función de la población total sino en el número de casos atendidos

De acuerdo a la agenda 21, en el cantón Ibarra, entre las diez principales causas de muerte destacan: la neumonía en cuarto lugar, la desnutrición en quinto,

En cuanto a la atención de consulta externa que se realiza en la unidad durante el año 2010 se tiene en la tabla 2.15, considerando como población universo que ha sido atendida a 8178 hab. De aquí se tiene que el 84% está dentro de la calificación mientras que el 14% se considera sano. Además se determinó que el 55% de los casos son por mal manejo de las aguas residuales o mal manejo de desechos líquidos (% C.M.M.R).

Causa	Patología	No. Casos	% Casos	% C.M.D.R
1	Infección respiratoria aguda	2422	30%	30%
2	Parásitos intestinal	587	7%	7%
3	Patología Ostearticular	436	5%	
4	Infección del tracto urinario	397	5%	5%
5	Dermatitis	337	4%	4%
6	Diarrea aguda	310	4%	4%
7	Vaginitis	244	3%	3%
8	Infección intestinal	143	2%	2%
9	Desnutrición	104	1%	
10	Conjuntivitis	97	1%	1%
	Resto	1777	22%	
TOTAL		6854	84%	55%

Tabla 2.15: Patologías atendidas en el subcentro de salud de la parroquia La Esperanza

Fuente.- Estadísticas de la unidad de salud del subcentro de la parroquia La Esperanza

2.5.2.3 Situación socio-económica

Dentro de las actividades económicas de la población mayor a 5 años que se tomó en cuenta en la encuesta de enero del año 2012 que han sido un total de 759 personas, tenemos que, un 27,93% son estudiantes, al 32.02% pertenecen los jornaleros, el 37.55% se dedica al sector manufacturero es decir en su mayoría son s mujeres que se ocupan en artesanías de bordados a mono en sus propios hogares y a realizar sus quehaceres domésticos y cuidado de la familia y finalmente en apenas un 2.5% son empleados públicos indicado en la tabla 2.16. y figura 2.7

Categoría	Casos	%
ESTUDIANTE	212	27.93%
JORNALERO	243	32.02%
Q. DOMESTICA	285	37.55%
EMPLEADO	19	2.50%
SUMATORIA	759	100.00%

Tabla 2.16.- Resumen de las actividades económicas de la población de Paniquindra

Fuente.- Encuesta Enero 2012(Los Autores)

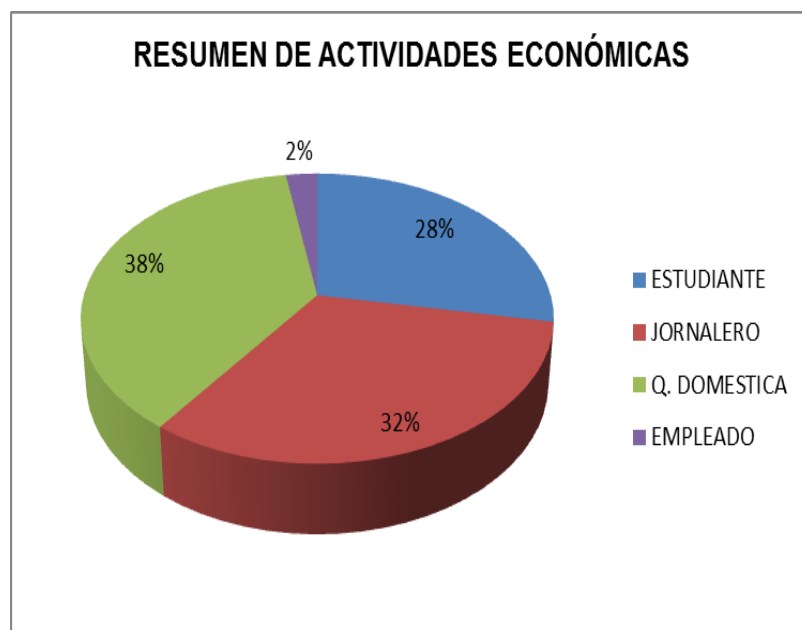


Figura 2.7: Identificación de las actividades económicas de la población de Paniquindra

Fuente.- Encuesta Enero 2012(Los Autores)

2.5.2.4 Vivienda

De las viviendas tomadas en cuenta para el presente proyecto tenemos que, el 10% son casas de hormigón, el 88% pertenece a las villas, y, apenas el 2% son chozas de pequeña magnitud. En la tabla 2.17 se indica la clasificación de las viviendas.



*Fotografía 2.7: viviendas
en la comunidad*

categoría	Casos	%
HORMIGON	18	10,0%
CASA/VILLA	158	88.0%
CHOZA	4	2.0%
SUMATORIA	180	100,00%

Tabla 2.17.- Clasificación de las viviendas

Fuente.- Encuesta Enero 2012(Los Autores)



Figura 2.8: Identificación de las viviendas

Fuente.- Encuesta Enero 2012(Los Autores)

2.5.2.5 Servicios básicos existentes

2.5.2.5.1 Agua potable

La comunidad tiene una planta de Potabilización del agua, y posee una red agua potable, éste servicio es distribuido las 24 horas del día a cada domicilio.

El sistema está constituido por un tanque de almacenamiento, con su respectiva caseta de cloración, y la red de tuberías, mediante la cual se distribuye el agua por medio de las cémenteras a las viviendas.

2.5.2.5.2 Recolección de desechos sólidos

La recaudación del servicio es mensual en las planillas de luz eléctrica.

El municipio de la ciudad de Ibarra brinda el servicio de recolección de desechos sólidos a la comunidad, los días miércoles y viernes, pasando el recolector solamente por la vía principal.

2.5.2.5.3 Electricidad

El 100% de la comunidad cuenta con éste servicio y pagan un promedio de \$7.00 al mes como se mencionó anteriormente la recaudación es realizada por la empresa EMELNORTE.

2.5.2.6 Infraestructura existente

2.5.2.6.1 Vialidad

En ésta comunidad el 20 % de sus vías son empedradas siendo útiles para la circulación de vehículos medianos y pequeños, los cuales son utilizadas para las actividades agrícolas transportando los productos en las temporadas de cosecha hacia las vías principales y consecuentemente a los mercados municipales, y el 80% restantes son de tierra, no es de gran utilidad de transporte, son guardas rayas y caminos uso peatonal, están en mal estado y no poseen aceras ni cunetas laterales.

Actualmente la comunidad cuenta con una vía de tercer orden y se encuentra empedrada desde la parroquia la Esperanza hasta la comunidad de Paniquindra que pasa junto al Escuela Aurelio Jaramillo Leal que conduce a la comunidad La Magdalena que pasa por el centro de las comunidades y con la continuación hacia Zuleta la cual es transitada durante todo el año.

A la comunidad se dan servicios transporte de pasajeros desde la ciudad de Ibarra, por una cooperativa de transportes llamada La Esperanza, la misma que tiene los turnos distribuidos de la siguiente manera 5 turnos diarios distribuidos adecuadamente los horarios, Además existen cooperativas y compañías de transportación pequeña (de camionetas) que realizan servicio de transporte a varias comunidades a tiempo completo a 24 Horas.



Fotografía 2.8.- Medios de transporte hacia las comunidades

En la tabla 2.18 se indica un resumen de medios de transportes que prestan el servicio a las comunidades.

Ubicación	Unidades	Frecuencia	Recorrido	Costo mínimo
Ibarra	25	20 min	Ibarra-comunidades	0,25
Ibarra		20 min	Ibarra-Yaguachi	0,25
Rumipamba	12		Comunidades	5
Rumipamba	8		Comunidades	5

Tabla 2.18 - Medios de transporte para la comunidad.

Fuente.- Los autores

2.5.2.6.2 Áreas educativas

La escuela fiscal mixta “Aurelio Jaramillo Leal” tiene una infraestructura de baja calidad, los baños se encuentran dañados, las paredes y el piso exteriores están en mal estado por la humedad del ambiente y el techo es de teja y eternit, las mejoras o cambios se han realizado por la colaboración y mano de obra de los comuneros.



Fotografía 2.9: Escuela de la comunidad

2.5.2.6.3 Áreas verdes

La comunidad tiene un espacio destinado para áreas verdes de uso público, pero por falta de proyectos por parte de los gobiernos seccionales no cuenta con infraestructura ni proyectos existentes para el mejor esparcimiento de la niñez y de la juventud o para las reuniones comunitarias.

2.5.2.6.4 Edificaciones de uso público

La comunidad cuenta con una iglesia católica con un amplio espacio ya que la mayoría de su población es de ésta religión.

Cuenta con un centro para las reuniones de la población como la casa comunal ubicada en la Escuela “Aurelio Jaramillo Leal”.



***Fotografía 2.10.- Iglesia de
Paniquindra***

2.5.2.7 Gobierno y autoridades

Las autoridades que intervienen en este proyecto son:

- Junta Parroquial de la zona
- Presidente de la comunidad
- Los comuneros de la localidad



***Fotografía 2.11.- Reunión
en el patio de la casa
comunal***

CAPÍTULO 3

3 OBJETIVOS DEL PROYECTO

3.1 OBJETIVO GENERAL

Dotar de un sistema del alcantarillado sanitario a la comunidad de “Paniquindra” de Cantón Ibarra que cumpla con las condiciones específicas técnicas y permita disminuir los problemas de insalubridad.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Sistemas de redes tanto laterales, secundarias y colector secundario construidos, colocados debajo de la tierra a las cuales se conectan las acometidas domiciliarias, conduciendo las aguas servidas hasta su destino final.
- Pozos de inspección terminados que permiten el acceso a los colectores para facilitar su mantenimiento.
- Cunetas y sumideros construidos, que se recogen aguas pluviales de las vías y de los terrenos existentes colindantes y eliminando a los colectores y reteniendo parte de material sólido transportado.
- Plantas de tratamiento de las Aguas servidas (EDAR) construida y eliminando aguas con índice de calidad aceptable a la quebrada.

3.3 INDICADORES DE RESULTADOS

En la tabla 3.1 se indica los indicadores de resultados esperados con la funcionalidad del proyecto.

	Actividades	Resultado deseado y/o esperado	Unidad de medida
Mejoramiento de las condiciones sanitarias de los habitantes de la comunidad de "Paniquindra" del Cantón Ibarra, mediante la construcción de un sistema de red de Alcantarillado Sanitario que garantice un servicio ambientalmente sustentable	1.- Sistemas de redes tanto laterales, secundarias y colector secundario construidos, colocados debajo de la tierra a las cuales se conectan las acometidas domiciliarias, conduciendo las aguas servidas hasta su destino final.	sistema terminado bajo cumplimiento de la norma EMAPA-I	Cubicación y planilla de avances de actividad
	2.- Pozos de inspección terminados que permiten el acceso a los colectores para facilitar su mantenimiento.	Pozos de inspección terminados bajo el cumplimiento de la norma EMAPA-I	Cubicación y planilla de avances de actividad
	3.- cunetas y sumideros construidos, que se recogen aguas pluviales de las vías y de los terrenos existentes colindantes y eliminando a los colectores y reteniendo parte de material solido transportado.	Totalidad de sumideros y cunetas bajo el cumplimiento de la normas EMAPA-I	Cubicación y planilla de avances de actividad
	4.-Plantas de tratamiento de las Aguas servidas (EDAR) construida y eliminando aguas con índice de calidad aceptable al río.	Plantas de tratamiento de aguas servidas en funcionamiento y bajo cumplimiento de la norma EMAPA-I	Cubicación y planilla de avances de actividad

Tabla 3.1 - Indicadores de resultados esperados.

Fuente.- Los autores

3.4 MATRIZ DE MARCO LÓGICO

En la tabla 3.2 se indica la matriz de marco lógico

Resumen narrativo de objetivos	Indicadores verificables objetivamente	Medios de verificación	Supuestos
FIN o objetivo de desarrollo	Indicadores de impacto	Encuesta a beneficiarios. Ensayos de calidad de agua (DBO5). Disminución de los roedores.	Entrega de los recursos económicos en forma oportuna por parte de gobierno seccional.
Mejoramiento de las condiciones sanitarias de los habitantes de los comunidad de “Paniquindra”, del Cantón Ibarra del Provincia de Imbabura, mediante la construcción de un sistema de red de Alcantarillado Sanitario que garantice un servicio ambientalmente sustentable	Saneamiento ambiental en un 90% con la ejecución del proyecto.		Interés político de la junta Parroquial y Habitantes afectados ante la solución al problema.
	Contaminación bacteriológica del agua dispuesta al medio ambiente no es nociva o aptos para el seres humanos, la flora y fauna de la comunidad		
Propósito u objetivo general	Indicadores de los resultados	Planillas de servicio prestado. Encuesta a los beneficiarios. Verificación IN –SITU	Las autoridades seccionales, tienen la disposición política y están comprometidos a solucionar la falta del servicio de alcantarillado Sanitario.
Dotar de un sistema del alcantarillado sanitario a la comunidad de “Paniquindra” de Cantón Ibarra que cumpla con las condiciones específicas técnicas y permita disminuir los problemas de insalubridad en un periodo de 12 meses.	Para el fin del periodo contratado el 80% de Población de la comunidad de “Paniquindra” cuente con el Plan Maestro del Alcantarillado Sanitario implementado que cumple con las normas y especificaciones técnicas		
Componentes u objetivos específicos	Indicadores de producto	Libro de obra. Planillas Fotografías. Informes de fiscalización	Disposiciones políticas y presupuestarias puntual y completa del Gobierno seccional.
1.- Sistemas de redes tanto laterales, secundarias y colector secundario contruidos, colocados debajo de la tierra a las cuales se conectan las acometidas domiciliarias, conduciendo las aguas servidas hasta su destino final.	Sistema terminado bajo cumplimiento de las normas AMAPA-I, en un plazo de 12 meses.		
2.- Pozos de inspección terminados que permiten el acceso a los colectores para facilitar su mantenimiento.	Pozos de inspección terminados bajo el cumplimiento de la norma EMAPA-I, en un plazo de 125 meses a partir de inicio del proyecto.		
3.- cunetas y sumideros contruidos, que se recogen aguas pluviales de las vías y de los terrenos existentes colindantes y eliminando a los colectores y reteniendo parte de material solido transportado.	Totalidad de sumideros y cunetas bajo el cumplimiento de la normas EMAPA-I en un plazo de 12 meses al partir de inicio del proyecto.	Libro de obra. Planillas Fotografías. Informes de fiscalización	
			Continúa p.40

4.-Plantas de tratamiento de Aguas servidas (EDAR) construida y enviando agua con índice de calidad aceptable a la quebrada	Plantas de tratamiento de aguas servidas en funcionamiento y bajo cumplimiento de la norma EMAPA-I, en un periodo de 7 meses a partir del quinto mes de avance del proyecto.	Libro de obra. Planillas Fotografías. Informes de fiscalización	Disposiciones políticas y presupuestarias puntual y completa del Gobierno seccional. Condiciones climáticas favorables. Disponibilidad de los materiales.
5.- Comunidad organizada para su respectivo manejo del sistema de alcantarillado sanitario conjuntamente con la junta administrativa del agua potable.	Organización de los comuneros de acuerdo a los estatutos que se rigen en la comunidad	Libros de apuntes Planilla de cobros Fotografías Informes de guardianía	
Resumen Narrativo de objetivos	Indicadores verificables objetivamente	Medios de verificación	Supuestos
Actividades	Costo por Actividad		
COMPONENTE 1.- Sistemas de redes tanto laterales, secundarias y colector secundario construidos, colocados debajo de la tierra a las cuales se conectan las acometidas domiciliarias, conduciendo las aguas servidas hasta su destino final.			Disposición política y presupuestaria puntual y completa del gobierno seccional.
1.1- actividades preliminares	\$14313,56	Planillas	El gobierno seccional cumple con los plazos establecidos para los haberes correspondientes, después de haber entregado el anticipo establecido en contrato
1.2.- movimiento de tierras	\$230.648,64	Informes de fiscalización	Condiciones climáticas favorables.
1.3.- tuberías	\$262.390,94	Registro contable de contratista	Cumplimiento de las cláusulas del contrato por ambas partes
COMPONENTE 2.- Pozo de inspección terminados que permiten el acceso a los colectores para facilitar su mantenimiento		Planillas	El gobierno seccional cumple con los plazos establecidos para los haberes correspondientes, después de haber entregado el anticipo establecido en contrato
2.1.- Pozos de revisión tipo B1 (inc. excavación, H.A. y tapa)	\$33.333,77	Informes de fiscalización	Condiciones climáticas favorables.
2.2.- Pozos de revisión tipo B2 (inc. excavación, H.A. y tapa)	\$15.062,91	Registro contable de contratista	Cumplimiento de las cláusulas del contrato por ambas partes
			Continúa p. 41

COMPONENTE 3.- cunetas y sumideros construidos, que se recogen aguas pluviales de las vías y de los terrenos existentes colindantes y eliminando a los colectores y reteniendo parte de material solido transportado.			El gobierno seccional cumple con los plazos establecidos para los haberes correspondientes, después de haber entregado el anticipo establecido en contrato
3.1.- Excavación zanja a mano h=0.00-2.75m (en tierra)	\$2.223,07		Condiciones climáticas favorables.
3.2.- Relleno compactado (material de excavación)	\$1.718,60		Cumplimiento de las cláusulas del contrato por ambas partes
3.3.- Tubería hormigón simple cl3 200mm (mat.tran.inst)	\$1.959,63		
3.4.- Sumidero calzada cerco/rejilla dúctil (provisión y montaje)	\$9.656,22		
3.5.- Empate a pozo mortero 1:3	\$9.684,44		
COMPONENTE 4.- Plantas de tratamiento y descarga terminadas que permiten el tratamiento del agua residual antes de ser vertida a las respectivas quebradas			El gobierno seccional cumple con los plazos establecidos para los haberes correspondientes, después de haber entregado el anticipo establecido en contrato
4.1.- Replanteo y nivelación	\$532,54	Planillas	Condiciones climáticas favorables.
4.2.- Excavación relleno y acarreo mecánico	\$11.808,15	Informes de fiscalización	Cumplimiento de las cláusulas del contrato por ambas partes
4.3.- Rasanteo	\$878,74	Registro contable de contratista	
4.4.- Entibado	\$276,57		
4.5.- Encofrado	\$2.206,48		
4.6.- Hormigón simple	\$1.981,27		
4.7.- Hormigón armado	\$51.476,01		
4.8.- Cimiento	\$1.835,72		
4.9.- Gavión	\$1.350,80		
4.10.- Tuberías	\$12.228,56		
4.11.- Material de filtro	\$1.508,46		

Tabla 3.2 - Matriz de marco lógico

Fuente.- Los autores

CAPÍTULO 4

4 VIABILIDAD Y PLAN DE SOSTENIBILIDAD

4.1 VIABILIDAD TÉCNICA

4.1.1 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Los estudios topográficos de la comunidad fueron proporcionados por la Empresa Municipal de agua potable y alcantarillado de la Ciudad de Ibarra (EMAPA-I), siendo cuidadosamente levantados, ya que son indispensables y fundamentales para realizar los estudios y cálculos del proyecto en general.

Para el proyecto se realizó el levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico, con la finalidad de establecer los cortes y rellenos necesarios para la conducción del Sistema del Alcantarillado e implementación de la Planta de Tratamiento.

Cabe recalcar que las coordenadas de los puntos levantados fueron referenciadas a un punto obtenido mediante un GPS. Puesto que la comunidad y no cuenta con hitos de enlace del (IGM).

4.1.1.1 Trabajos de campo

Para la topografía realizada en campo, se utilizó una Estación Total marca Trimblee ACU 5503 con una precisión de 5". Los puntos topográficos incluyen las ubicaciones de las calles, estanques, desagües, drenajes y estructuras que puedan influir o quedar afectados por la red de alcantarillado.

En algunos casos, fue necesario señalar los linderos de cada propiedad, establecer un sistema preciso, completo y permanente de niveles de referencia en toda la zona servida por la red de alcantarillado del proyecto. De igual manera, se dejó hitos de referencia en las calles por las que van a situarse las alcantarillas y en donde se obtuvieron detalles topográficos.



**Fotografía 4.1.- Estación
total marca trimble**

4.1.1.1.1 Obtención de las coordenadas de partida

Se recopiló información de coordenadas geo referenciadas proporcionadas por el IGM ubicadas en el tanque de agua de la misma comunidad, a fin de determinar las coordenadas geográficas de la ubicación de todo el proyecto.

Para la materialización de la Red GPS se realizó un enlace con los hitos de control horizontal y vertical del IGM, posicionando puntos de control principales en modo estático con ajuste al datum WGS84. Esta red principal se enlazo con los vértices de control.

Las coordenadas de partida están indicadas en la tabla 4.1

Punto	Descripción	Norte	Este	Elevación
4	Ref11-TR	27969.42	819754.75	3116.05
5	Ref12-Piedra	27964.12	819860.69	3104.48
1142	Ref-TR	27806.18	820804.32	3053.53
1483	Ref-PT	28846.99	821142.69	2792.84

Tabla 4.1: Puntos de partida

Fuente: Los Autores

4.1.1.1.2 Levantamiento, abscisado, estacado y nivelación

Este tema incluye las operaciones siguientes:

Reconocimiento del terreno donde ejecutó el levantamiento, para elegir el método adecuado, estimar el tiempo y el personal necesario, definir los vértices del polígono de base.

Materialización de los vértices del polígono de base, Por el medio de estacas, marcas sobre roca, fichas, etc.

Elección de método que se aplicó en el levantamiento. Dibujo de croquis de polígono de base, aproximadamente orientado.

Mediciones: polígonos de base y de las líneas auxiliares (radiación, diagonales, línea de liga, etc.), empleadas para dividir en triángulo el polígono de base.

Medidas de las distancias necesarias para el levantamiento de detalles con relación al polígono de base.

En base a la información proporcionada por el IGM por medio de monografías, se determinaron las coordenadas de las referencias a lo largo del trazado, a fin de ser utilizadas para la georeferenciación puntual del replanteo con los equipos descritos.

Precisión: Está dada por la geometría de los satélites, tiempo de cobertura y características técnicas de los equipos utilizados. Para atender los requerimientos de GPS realizamos un trabajo de campo, aspecto que permite determinar los protocolos de precisión de los diferentes equipos.

Precisión submétrica: Obtenida tras efectuar la corrección diferencial en metros con el software propio de Trimblee.

Precisión centimétrica: Valor obtenido una vez efectuada la corrección en centímetros con el software propio de Trimblee.

La escala de levantamiento topográfico es 1:2000

4.1.1.1.3 Monumentación de BMS. (Puntos de cota conocida)

Configuración de Equipos

Definición de parámetros: El levantamiento de la información en campo se realizó en coordenadas geográficas con los siguientes parámetros internacionales: Datum WGS-84, Latitud / longitud, Altura sobre Elipsoide

Tiempo de cobertura: Para los equipos submétricos y centimétricos se consideró la longitud de la línea base y el tiempo de cobertura para la precisión. En este caso la longitud de la línea base es mayor a 10 Km., y el tiempo de cobertura usada fue de dos horas.

Procesamiento de la información o corrección diferencial: El procedimiento aplicado es el de posicionamiento relativo o diferencial que consiste en instalar un receptor en un punto de control, es decir, un punto o sitio de coordenadas previamente determinadas con la precisión que se espera obtener en el levantamiento de los demás puntos, entre tanto el segundo receptor se ubica en el sitio cuyas coordenadas se desea calcular.

Los archivos de los dos receptores son almacenados en la memoria interna de los mismos y posteriormente, mediante un programa de post proceso en PC, se introducen las coordenadas de la base.

A partir de las observaciones hechas en este sitio, el programa calcula una serie de parámetros denominados “corrección diferencial”, que se aplican a las observaciones realizadas con el otro receptor mejorando así la precisión de las coordenadas.

Equipo Utilizado

- Kit de antena GPS Trimble con sus respectivos accesorios
- 3 Estaciones Totales láser Trimble M3 con sus accesorios,
- Nivel de precisión Trimble con sus accesorios
- 5 GPS navegador Garmin / Magallan
- Herramienta menor y equipo complementario (Cintas, Miras trípodes, vehículos etc.)

Bajo la premisa anterior se partió del punto de cota conocida BM que existe en la comunidad de Rumipamba en un tanque de reserva de agua potable.

Punto: 207; BM: N°66; Cota: 2635.602 m; N:10031368.510 m ;E: 821749.000 m.

4.1.1.2 Trabajos de gabinete

4.1.1.2.1 Obtención de coordenadas UTM

Los puntos obtenidos han sido descargados en formato txt. y transformados a coordenadas UTM mediante Excel en el programa Auto Cad civil 3D, los registros de coordenadas se adjuntan en el **anexo No 2**

4.1.1.2.2 Obtención de curvas de nivel

Teniendo como punto de partida los datos recolectados en campo enviados vía internet a la oficina central mediante el uso del programa (software) del Civil 3D, los cuales realizan iteraciones y triangulaciones sucesivas para generar las curvas de nivel principales cada 5 metros y secundarias a cada metro correspondientes a la franja topográfica levantada. La planimetría y curvas de nivel se indican en los planos con código PL- (Planimetría) en el **anexo No. 36**

4.1.1.2.3 Obtención de perfiles de terreno

Con las curvas de nivel generadas y teniendo claramente establecidas las coordenadas de los puntos levantados se confeccionaron los planos de los perfiles correspondientes a la franja topográfica, apoyados en el software Auto Cad. Indicado en los planos con código PERF (Perfiles) en el **anexo No. 36**

4.1.2 ESTUDIO GEOTÉCNICO

El presente estudio se elaboró sobre la base de los trabajos de campo y laboratorio que realizó el Ing. Fabián Alvear, cuyos reportes se encuentran en el **anexo No 9 y anexo No 10**, mismos que deberán ser corroborados y rectificados en campo durante el proceso constructivo.

Tiene como finalidad la prospección del subsuelo, donde se construirán pozos de revisión, planta de tratamiento de aguas servidas y tubería de conducción del proyecto de alcantarillado sanitario de la comunidad de Paniquindra.

El estudio comprende el siguiente plan de prospección

- Determinación del nivel freático del agua subterránea.
- Determinación del perfil estratigráfico del subsuelo
- Determinación de la capacidad de carga admisible del suelo que deberá soportar la cimentación en el lugar de la planta de tratamiento y pozos de revisión.

4.1.2.1 Geología general y local

Para describir la geología del lugar del proyecto se utilizó la carta geológica, hoja OTAVALO en escala 1:100000 elaborado por el Ministerio de Energía y Minas, dentro de la cual se ubica La Comunidad de Paniquindra. **Ver anexo No. 3**

Geomorfología

En el Periodo Cretáceo en la región estudiada la cuenca marina fue escenario de volcanismo y sedimentación, luego se originaron levantamientos acompañados por fuerte erosión local y depósitos de conglomerados y sedimentos finos, más tarde se produjo acumulación de sedimentos marinos. En el Plioceno habían ocurrido extrusiones de lavas, en el Periodo Cuaternario se produjo una intensa actividad volcánica.

El principal rasgo de geomorfología constituye la región Interandina o Sierra, la cual está limitada por los ramales montañosos de la Cordillera de los Andes formando valles y depresiones, con diversas altitudes y paisajes.

Geología

La Comunidad presenta depósitos volcánicos del Imbabura cuyas edades pertenecen al período Pleistoceno-Cuaternario. Está rodeado por depósitos Coluviales y hacia el Este se encuentra Los volcánicos de Angochahua.

A continuación se describen las formaciones geológicas que se presentan en el sector del proyecto:

Volcánicos del Imbabura (Pleistoceno).- P_{Im} , están constituidos de lavas, aglomerados,(ag) y lahares,(lh). Las lavas son andesitas (n), compactas, de grano fino a medio con fenocristales de plagioclasas ortopiroxenos en una matriz vidriosa. Los aglomerados están constituidos por fragmentos de rocas volcánicas redondeadas a angulares. Los depósitos laharíticos se han desplazado a lo largo de las pendientes hasta las llanuras. El espesor total de los volcánicos del Imbabura sobrepasa los 700m.

Depósitos Coluviales (Holoceno).- Q_c , los principales depósitos se encuentran al Suroeste donde el material está constituido por arena y cangagua. Conos de deyección se encuentran sobre las zonas bajas del volcán Imbabura, constituidos de rocas volcánicas de tamaño variable.

Volcánicos de Angochagua (Plioceno).- PI_{An} , consta de lavas, brechas volcánicas y tobas derivadas de erupciones Pliocénicas del Angochagua. Las lavas son andesitas y basaltos, de color gris, compactas, de grano fino a medio, constituido por fenocristales de plagioclasas, clinopiroxenos y ortopiroxénicos. Las brechas volcánicas están constituidas de andesitas de color gris al rojo, con matriz fina. Las tobas son de color crema.

Cangagua (Cuaternario).- Q_c , La cangagua es un depósito de tolva volcánica y ceniza, generalmente de un espesor uniforme. En la base de éstos depósito se encuentra piroclastos de piedra pómez en capas de 2-4 m. de espesor. La toba es de grano fino a medio, de color amarillento. Según Bonifaz (1972) hay evidencia que la deposición principal de cangagua se remonta a más de 12500 años pero se podría considerar como cuaternario en general.

Información sísmica

El mapa de zonas sísmicas tomado de la figura 1 del CEC-2000 (Código Ecuatoriano de la Construcción del año 2000), incluido en el **anexo No.4** muestra la amenaza sísmica en el Ecuador. Esa zonificación ha sido realizada en base a la aceleración máxima efectiva en roca esperada para el sismo de diseño.

La aceleración está expresada como fracción de la aceleración de la gravedad. Este factor varía de 0.15 (zona I de menor peligro) a 0.40 (zona IV de mayor peligro).

Toda la sierra norte desde Tulcán hasta Riobamba, incluyendo la Provincia de Imbabura está clasificada como zona de mayor peligro (zona IV).

Riesgo Sísmico

Para determinar los niveles de amenaza física se tomó como referencia la zonificación sísmica elaborada por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. El mapa “Nivel de amenaza sísmica por cantón en el Ecuador”¹ incluido en el **anexo No.5**

El sitio de estudio, está ubicada en los alrededores del volcán Imbabura que se encuentra en categoría 3 en una zona clasificada como de mayor peligro sísmico que es la zona IV.

Riesgo Volcánico

Según el mapa “Nivel de amenaza volcánica por cantón en el Ecuador”², incluido en el **anexo No.6** la comunidad se clasifica como grado 4 al estar ubicada en los alrededores del volcán Imbabura que muestra evidencia de actividad eruptiva en el Holoceno, y en la actualidad se encuentra en estado potencialmente activo, se considera como peligroso puesto que las erupciones tienden a ser muy explosivas caracterizadas por el crecimiento de domos, la generación de grandes flujos piroclásticos, extensas caídas de ceniza y la formación de lahares.

Deslizamientos

En base al mapa de deslizamientos “Nivel de amenaza por deslizamiento por cantón en el Ecuador”³, incluido en el **anexo No.7** el proyecto se encuentra en la zona de mayor potencial de deslizamiento de grado 3 por tener en su mayoría pendientes mayores al 30 %.

¹ DEMORAES F, D'ERCOLE, *Cartografía de amenazas de origen natural por canón en el Ecuador*, Agosto 2001, <http://www.cruzrojaainstituto.edu.ec/Documentos/Ecuador.pdf> p. 29

² Idem., p.34

³ DEMORAES F, d'ercole, Op. Cit. p. 42

Las laderas en zonas volcánicas pueden volverse inestables durante periodos lluviosos, generando deslaves, flujos de escombros, movimiento del suelo y roca por las quebradas hasta depositarse en las zonas planas.

4.1.2.2 Trabajos de campo

De la inspección realizada en la comunidad, tanto en los cortes de las quebradas que la rodean como en los cortes existentes por la creación reciente de vías y la información geológica obtenida, se observó una estratigrafía homogénea en la mayor parte del sector y la presencia de aglomerado volcánico. Es por este motivo que se hace necesario recurrir a la perforación y toma de muestras mediante el ensayo SPT.

4.1.2.2.1 Ensayo de penetración estándar SPT

Este ensayo tiene su principal utilidad en la caracterización de suelos granulares en las que es muy difícil obtener muestras inalteradas para ensayos en laboratorio.

En la actualidad no existe una normativa para determinar el número de perforaciones necesarias, lo más indicado es realizarlas en los sitios representativos del proyecto que se muestra en el **anexo No.8**. Se realizó 3 perforaciones a percusión como indica la NORMA ASTM D1586-84 de los cuales se obtuvo:

- La recuperación de muestras que fueron ensayadas en laboratorio para identificar el perfil estratigráfico del subsuelo.
- La ubicación de la profundidad del aglomerado volcánico.
- El valor del número de golpes "N" para determinar la capacidad portante admisible que tiene el subsuelo.

Para determinar la profundidad de las perforaciones se consideró la topografía del terreno que en este caso es altamente inclinado, es decir que el flujo de las tuberías será por gravedad y las excavaciones no serán mayores a las indicadas en las NORMAS de diseño del EX – IEOS (Instituto Ecuatoriano de Obras

Sanitarias), que es de 1.20 metros. Para tener una clara idea de la estratigrafía del lugar se optó que sean de mayor profundidad. En la tabla 4.2 se indica la profundidad y ubicación de cada perforación. Los registros de las perforaciones, se indican en el **anexo No. 9**

Perforación	Identificación	Ubicación	Prof.(m.)
PZ1	LA ESCUELA	Escuela “AURELIO JARAMILLO LEAL”	3.0
PZ2	PLANTA DE TRATAMIENTO C	Áreas comunales en el sector TAMBURO	1.5
PZ3	SECTOR 1 BAJO	Calle SN sector URACHUPA	3.5

Tabla 4.2: Ubicación y profundidad de las perforaciones en la comunidad de PANIQUINDRA

Fuente: Los Autores

Ubicación de las perforaciones

Perforación No.1 (PZ1).- Está identificada en los reportes del ensayo como “**LA ESCUELA**”, tuvo una profundidad de 3 metros, profundidad a la cual se encontró aglomerado volcánico y está situado en el pasaje sin nombre ubicado frente al ingreso de la Escuela Fiscal “Aurelio Jaramillo Leal”, lugar en el cual se construirá un pozo de revisión, el mismo que recibirá la mayor descarga de aguas residuales y pluviales de las acometidas domiciliarias.

Perforación No.2 (PZ2).- Está identificada en los reportes del ensayo como “**PLANTA DE TRATAMIENTO**”, tuvo una profundidad de 1.5 metros, luego de la cual se encontró aglomerado volcánico y está situado en las áreas comunales de la parte más baja de la comunidad junto a la quebrada Yanahuaycu en el sector Tamburo.

En éste sitio se construirá una planta de tratamiento que recibirá la descarga de aguas residuales y pluviales las redes de la parte media y baja de la comunidad.

Perforación No.3 (PZ3).- Está identificada en los reportes del ensayo como “**SECTOR 1 BAJO**”, tuvo una profundidad de 3.5 metros después de la cual se encontró aglomerado volcánico y está situado en la calle sin nombre en el sector de URACHUPA, lugar en el cual se construirá un pozo de revisión que recibirá la

descarga de aguas residuales y pluviales de las redes de la parte alta y media de la comunidad.

4.1.2.2.2 Descripción manual visual

En base a la inspección de los sitios donde se realizaron actualmente unos cortes viales, en las quebradas que delimitan el sitio del proyecto y en base a las muestras obtenidas del ensayo SPT se diferenció notablemente que en la parte superficial existe limo arenoso color café claro a café oscuro y en la parte inferior aglomerado volcánico de roca y arena. **Ver fotografías**

4.1.2.2 Trabajos de laboratorio

En laboratorio se realizaron los ensayos según las NORMAS ASTM determinando las propiedades físicas del subsuelo. Los suelos fueron clasificados según el Sistema Unificado de Clasificación SUCS, determinando contenido de humedad natural, granulometría, Limite Líquido (LL), Limite Plástico (LP) e Índice Plástico (IP). Los registros de los ensayos de laboratorio, se indican en el **anexo No. 10**

4.1.2.2.1 Contenido de humedad natural

Con las muestras alteradas recuperadas durante el avance de las perforaciones se realizó el ensayo de contenido de humedad natural del suelo por la NORMA ASTM D-2216(98). En la tabla 4.3 se indica un resumen de valores de contenido de humedad natural.

Perforación	Descripción	Profundidad (m.)	Humedad Natural (%)
PZ1	PZ1-1	0.5-1.5	64.02
	PZ1-2	1.5-2.5	12.19
	PZ1-3	2.5-3.0	9.44
PZ2	PZ2-1	0.5-1.5	4.86
PZ3	PZ3-1	0.5-1.5	31.26
	PZ3-2	1.5-2.5	32.54
	PZ3-3	2.5-3.5	34.27

Tabla 4.3: Resumen de valores de contenido de humedad natural

Fuente: Los Autores

4.1.2.2.2 Granulometría por lavado y tamizado hasta la malla No. 200

El ensayo se realizó de acuerdo a la NORMA ASTM D-422. En la tabla 4.4 se presenta un resumen de valores de la granulometría obtenida.

Perforación	Descripción	Profundidad (m.)	Granulometría (%)		
			Grava	Arena	Limo
PZ1	PZ1-1	0.5-1.5	0	8	92
	PZ1-2	1.5-2.5	0	14	86
	PZ1-3	2.5-3.0	24	32	44
PZ2	PZ2-1	0.5-1.5	59	14	23
PZ3	PZ3-1	0.5-1.5	0	41	59
	PZ3-2	1.5-2.5	0	39	61
	PZ3-3	2.5-3.5	0	42	58

Tabla 4.4: Resumen de valores de granulometría

Fuente: Los Autores

4.1.2.2.3 Límite Líquido

El ensayo se realizó de acuerdo a la NORMA ASTM D-4318.

En la tabla 4.5 se presenta un resumen de valores del Límite Líquido.

Perforación	Descripción	Profundidad (m.)	LL(%)
PZ1	PZ1-1	0.5-1.5	57
	PZ1-2	1.5-2.5	57
	PZ1-3	2.5-3.0	NP
PZ2	PZ2-1	0.5-1.5	NP
PZ3	PZ3-1	0.5-1.5	NP
	PZ3-2	1.5-2.5	NP
	PZ3-3	2.5-3.5	47

Tabla 4.5: Resumen de valores del Límite Líquido

Fuente: Los Autores

4.1.2.2.4 Límite Plástico

El ensayo se realizó de acuerdo a la NORMA ASTM D-4318.

En la tabla 4.6 se presenta un resumen de valores del Límite Plástico.

Perforación	Descripción	Profundidad (m.)	LP(%)
PZ1	PZ1-1	0.5-1.5	48
	PZ1-2	1.5-2.5	50
	PZ1-3	2.5-3.0	Np
PZ2	PZ2-1	0.5-1.5	Np
PZ3	PZ3-1	0.5-1.5	Np
	PZ3-2	1.5-2.5	Np
	PZ3-3	2.5-3.5	43

Tabla 4.6: Resumen de valores del Límite Plástico

Fuente: Los Autores

4.1.2.2.5 Índice Plástico

El ensayo se realizó de acuerdo a la NORMA ASTM D-4318.

En la tabla 4.7 se presenta un resumen de valores del Índice Plástico.

Perforación	Descripción	Profundidad (m.)	IP
PZ1	PZ1-1	0.5-1.5	9
	PZ1-2	1.5-2.5	7
	PZ1-3	2.5-3.0	Np
PZ2	PZ2-1	0.5-1.5	Np
PZ3	PZ3-1	0.5-1.5	Np
	PZ3-2	1.5-2.5	Np
	PZ3-3	2.5-3.5	4

Tabla 4.7: Resumen de valores del Índice Plástico

Fuente: Los Autores

4.1.2.3 Trabajos de gabinete

4.1.2.3.1 Características de los suelos

El perfil estratigráfico del subsuelo está indicado en la tabla 4.8 La información se determinó a partir de los registros de perforación y de los resultados de laboratorio que se encuentran en el **anexo No.9 y anexo No.10**

Perf.	Descrip.	Prof. (m.)	Grupo	Descripción SUCS	Clasificación manual visual
PZ1	PZ1-1	0.5-1.5	MH	Limo arenoso – inorgánico de alta plasticidad	Limo arenoso inorgánico color café oscuro altamente húmedo con raicillas
	PZ1-2	1.5-2.5	MH	Limo arenoso - inorgánico de alta compresibilidad a alta plasticidad	Limo arenoso inorgánico color negro medianamente húmedo
	PZ1-3	2.5-3	MS	Limo arenoso no plástico	Limo arenoso no plástico color negro moderadamente húmedo
		>3	-	Aglomerado Volcánico	Mezcla de piedra y arena de diferente tamaño nominal con rastros de ceniza volcánica ligeramente húmedo.
PZ2	PZ2-1	0.5-1.5	MS	limo arenoso inorgánico no plástico de baja compacidad	Limo arenoso inorgánico color café claro ligeramente húmedo
		>1.5	-	Aglomerado Volcánico	Mezcla de piedra y arena de diferente tamaño nominal con rastros de ceniza volcánica ligeramente húmedo
PZ3	PZ3-1	0.5-1.5	MS	Limo arenoso inorgánico no plástico de baja compacidad	Limo arenoso inorgánico color café claro moderadamente húmedo
	PZ3-2	1.5-2.5	MS	Limo arenoso inorgánico no plástico de baja compacidad	Limo arenoso inorgánico color café claro moderadamente húmedo.
	PZ3-3	2.5-3.5	MS	Limo arenoso inorgánico no plástico de baja compacidad	Limo arenoso color café claro moderadamente húmedo
		3.5	-	Aglomerado Volcánico	mezcla de piedra y arena de diferente tamaño nominal con rastros de ceniza volcánica ligeramente húmedo.

Tabla 4.8: Descripción del perfil estratigráfico de las perforaciones de la comunidad Paniquindra.

Fuente: Los Autores

4.1.2.3.2 Análisis de capacidad de carga en función del número de golpes “N” del ensayo SPT

En el caso de plantas de tratamiento se utiliza una losa de cimentación para soportar asentamientos diferenciales del terreno portante de tal manera que no amenacen la integridad y el buen funcionamiento de la propia estructura.

El suelo que se determinó en los tres pozos de perforación es limo arenoso de tipo MS, se recomienda utilizar la ecuación empírica 4.1 propuesta por Meyerhof (1956) que determina la presión admisible del suelo para una cimentación rectangular con un ancho B de 5 metros.

Considerando que tiene una seguridad adecuada frente al hundimiento asumiendo que el asiento sea inferior a una pulgada (25,4 mm.)⁴

$$q_{neta (adm)} = 11.98 N_{cor} \left(1 + \frac{0.38 D_f}{B} \right) \left(\frac{S_e}{25.4} \right) \leq 15.93 N_{cor} \left(\frac{S_e}{25.4} \right)$$

Ecuación 4.1- Presión neta admisible cuando el ancho B es grande.

Donde:

$q_{neta (adm)}$ = Presión vertical neta admisible

N_{cor} = Número de golpes del ensayo SPT corregido

D_f = Profundidad de cimentación

S_e = Asentamiento admisible

El número de golpes corregido “ N_{cor} ” se calculó con la ecuación 4.2

$$N_{cor} = CN * N$$

Ecuación 4.2.- Número de golpes corregido para una profundidad < N.F

Donde:

El factor de correlación (CN) está determinado por la ecuación 4.3 de Liao y Whitman (1986).

⁴ BRAJA M. DAS, *Principio de Ingeniería de Cimentaciones*, 4ta Edición, Thomson Editores, p. 301

$$CN = \sqrt{\frac{1}{\sigma v'}}$$

Ecuación 4.3.- Factor de correlación

Presión efectiva $\sigma v'$ por sobrecarga está dada por la ecuación 4.4

$$\sigma v' = \gamma * D_f$$

Ecuación 4.4.- Presión efectiva de sobrecarga

Donde:

γ = Peso unitario del suelo obtenido en laboratorio

D_f = Profundidad de cimentación

CÁLCULOS:

Se determinó del peso unitario (γ) de las muestras obtenidas en los pozos de perforación. Para lo cual se obtuvo:

El área superior, medio e inferior de la muestra con la ecuación 4.5:

$$A = \pi D^2 / 4$$

Ecuación 4.5.- área de la circunferencia

El área promedio de la muestra con la ecuación 4.6

$$A_{media} = \frac{A_{superior} + A_{media} + A_{inferior}}{3}$$

Ecuación 4.6. – Área promedio

El volumen de la muestra con la ecuación 4.7

$$Volumen\ muestra = A_{media} * H\ inicial$$

Ecuación 4.7.- Volumen de un cilindro

Finalmente el peso unitario de la muestra con la ecuación 4.8

$$\gamma = \frac{\text{peso muestra}}{\text{volumen muestra}}$$

Ecuación 4.8.- peso unitario

En la tabla 4.9 se muestra los valores del peso unitario.

Muestra		unidades	PZ 1	PZ 2	PZ 3
DATOS INICIALES	D. superior	cm	4.836	4.839	4.835
	D. medio	cm	4.831	4.938	4.739
	D. inferior	cm	4.824	4.902	4.759
	H. inicial	cm	9.404	9.603	9.604
	Peso muestra	gr	291.1	302.67	290.17
DATOS CALCULADOS	A superior	cm ²	18.37	18.39	18.36
	A medio	cm ²	18.33	19.15	17.64
	A inferior	cm ²	18.28	18.87	17.79
	A media	cm ²	18.33	18.80	17.93
	Volumen	cm ³	172.33	180.58	172.19
	δ (densidad)	gr/ cm ³	1.689	1.676	1.685
	Y (peso unitario)	KN/ m ³	16.571	16.442	16.532

Tabla 4.9: Peso unitario del suelo

Fuente: Los Autores

La determinación de la presión efectiva por sobrecarga del suelo " σ_v' " en función del peso unitario y de la profundidad de cimentación se obtiene mediante la ecuación 4.4 en la tabla 4.10.

Los valores calculados del coeficiente de correlación CN con la ecuación 4.3, se indican en la tabla 4.11

Transformación de unidades

$$\frac{1KN}{m^2} = \frac{1000N}{1KN} * \frac{1m^2}{(3.28ft)^2} * \frac{0.225lbf}{1N} * \frac{1Ton}{2000lbf} = \frac{1.0457E^{-5}Ton}{ft^2}$$

Perforación	Descripción	prof.	Y	σ_v'	σ_v'
		(m.)	KN/m ³	KN/m ²	Ton/ft ²
PZ 1	PZ 1-1	1.5	16.57	24.86	0.26
	PZ 1-2	2.5	16.57	41.43	0.43
	PZ 1-3	3.5	16.57	58.00	0.61
PZ 2	PZ 2-1	1.5	16.44	24.66	0.26
PZ 3	PZ 3-1	1.5	16.53	24.80	0.26
	PZ 3-2	2.5	16.53	41.33	0.43
	PZ 3-3	3.5	16.53	57.86	0.61

Tabla 4.10: Presión efectiva por sobrecarga del suelo de soporte

Fuente: Los Autores

Perforación	Descripción	prof.	σ_v'	CN
		(m.)	Ton/ft ²	
PZ 1	PZ 1-1	1.5	0.260	2.0
	PZ 1-2	2.5	0.433	1.5
	PZ 1-3	3.5	0.606	1.3
PZ 2	PZ 2-1	1.5	0.258	2.0
PZ 3	PZ 3-1	1.5	0.259	2.0
	PZ 3-2	2.5	0.432	1.5
	PZ 3-3	3.5	0.605	1.3

Tabla 4.11: coeficiente de correlación CN para una profundidad menor al Nivel Freático

Fuente: Los Autores

En la tabla 4.12 se obtiene la capacidad de carga admisible con la ecuación 4.1

Transformación de unidades

$$\frac{1\text{KN}}{\text{m}^2} = \frac{1000\text{N}}{1\text{KN}} * \frac{0.225\text{lb}_f}{1\text{N}} * \frac{1\text{Ton}}{2000\text{lb}_f} = 0.1125 \text{ Ton/m}^2$$

Perforación	Descripción	prof. (m.)	N cor	se máx (mm) asum.	B (m)asum.	qadm	qadm
						KN/m ²	Ton/m ²
PZ 1	PZ 1-1	1.5	35.3	25.4	5.00	464.84	52.29
	PZ 1-2	2.5	12.2	25.4	5.00	169.64	19.08
	PZ 1-3	3.5	66.8	25.4	5.00	984.70	110.78
PZ 2	PZ 2-1	1.5	82.7	25.4	5.00	1088.87	122.50
PZ 3	PZ 3-1	1.5	19.6	25.4	5.00	258.55	29.09
	PZ 3-2	2.5	31.9	25.4	5.00	445.83	50.16
	PZ 3-3	3.5	24.4	25.4	5.00	360.23	40.53

Tabla 4.12: Capacidad de carga neta del suelo de soporte.

Fuente: Los Autores

4.1.3 ESTUDIO HIDROLÓGICO

4.1.3.2 Clima

En el clima se destaca su variedad, en función de la altura sobre el nivel del mar y las precipitaciones como parámetro más importante.

Las estaciones climatológicas más cercanas a la parroquia la Esperanza es la de la Ciudad de Ibarra (M-053) de tipo climatológica ordinaria (CO) ubicada en las coordenadas geográficas 0°20'0"N; 78°6'0 a una cota de 2214 msnm, pero en la actualidad no se encuentra en funcionamiento por lo tanto se consideró para el presente estudio la más cercana a ésta que es la estación Otavalo (M-105) de tipo climatológica Principal (CP) que pertenece a la zona 11 del mapa de intensidades máximas ubicada en las coordenadas geográficas 0°14'16"N; 78°15'35" a una cota de 2550 msnm indicado en la figura 4.1 y en el **anexo No 11**

La comunidad de Paniquindra está ubicada aproximadamente a 2901 msnm, con una temperatura media anual que varía de 10 a 12 grados centígrados, y la precipitación media varía entre 750 y 1250 mm anuales.

La estación lluviosa se extiende de Enero a Abril e incluso hasta Mayo, mientras que las estaciones secas comienza casi a finales del mes de Mayo y termina a mediados de Septiembre, tiene un patrón climático de tipo variado, los meses de Octubre a Diciembre presenta lluviosas intensas y temperaturas regulares.

El análisis meteorológico más relevante de la zona se indica en la tabla 4.13, en las figuras 4.2 y en la figura 4.3

Valores medios mensuales								
Estación OTAVALO M105	Elíofania (HORAS)	Temperatura del aire a la sombra (°C)			Humedad (%)			Precipitación mensual (mm)
		MÁX	MIN	MEN	MÁX	MIN	MED	
ENERO	146	15,8	13,7	14,6	86	75	80	71,8
FEBRERO	128,8	16,2	13,7	14,6	86	73	80	76,6
MARZO	122,2	15,9	13,9	14,8	88	76	81	116,4
ABRIL	122,4	16	14,1	14,8	91	77	82	127
MAYO	138,4	15,4	13,9	14,8	92	77	81	94,2
JUNIO	159,7	15,4	13,8	14,6	88	70	77	38,7
JULIO	189,2	15	13,5	14,2	80	63	73	16,7
AGOSTO	180,3	15	13,7	14,4	78	63	71	16,2

SEPTIEMBRE	153,9	15,3	13,8	14,6	87	65	73	49,1
OCTUBRE	157,5	18,8	14,2	14,9	90	72	78	90
NOVIEMBRE	157	15,7	14,1	14,9	85	75	80	93,1
DICIEMBRE	166,6	15,9	13,9	14,9	88	80	80	73,6

Tabla 4.13: Valores meteorológicos medios mensuales

Fuente: INAMHI, Anuarios meteorológicos (1980 al 2010), Estación M 105 OTAVALO

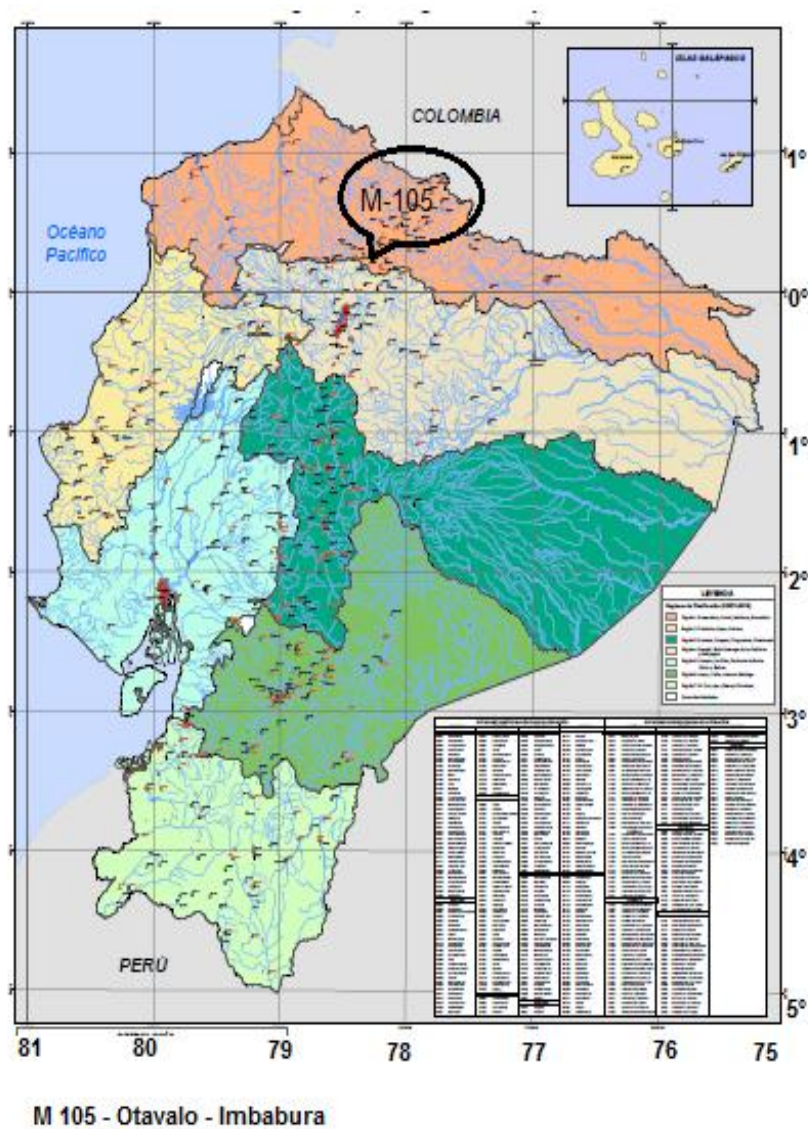


Figura 4.1: Ubicación de la estación meteorológica M 105

Fuente: RODRÍGUEZ FIALLO, Luis, Estudios de lluvias intensas. Quito: INAMHI, 1999

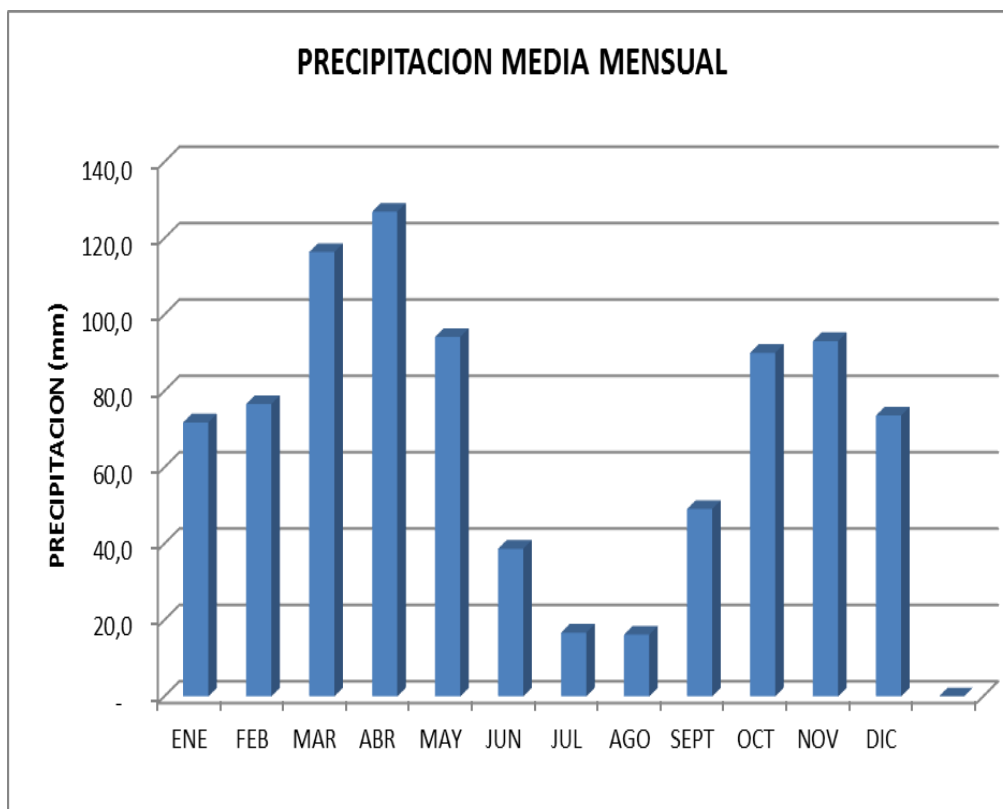


Figura 4.2: Precipitación media mensual

Fuente: INAMHI, Anuarios meteorológicos (1980 al 2010), Estación M 105 OTAVALO

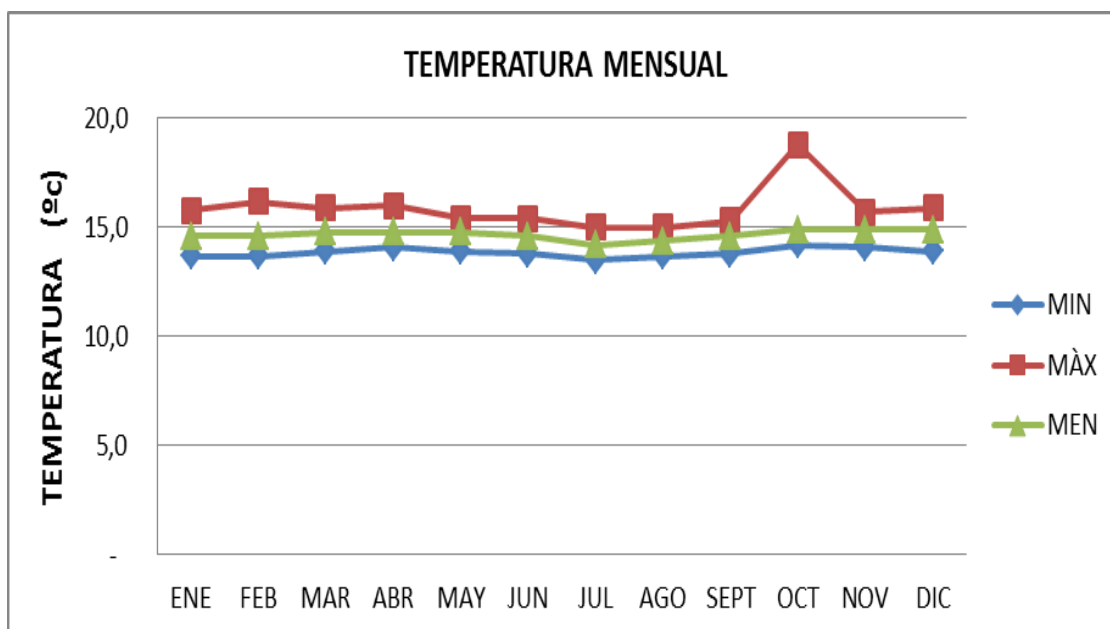


Figura 4.3: Temperatura mensual

Fuente: INAMHI, Anuarios meteorológicos (1980 al 2010), Estación M 105 OTAVALO

4.1.4 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y BACTEREOLÓGICO DE LAS FUENTES DE AGUA.

Debido al gran valor del agua, su creciente contaminación y escasez, toda agua residual debe tener su tratamiento.

Para la comunidad se plantea los estudios para la implementación de tres plantas depuradoras que traten las aguas residuales de la población y posteriormente sea descargada a un cuerpo receptor.

Para implementar cada planta depuradora se ha tomado como referencia la caracterización del agua residual municipal indicado en la tabla 4.14, ya que no se logró obtener muestras por la inexistencia de alcantarillado ni acceso a fosas sépticas, considerando que las actividades minoritarias de la población son referentes a la agricultura, ganadería y que el mayor porcentaje de la generación de aguas residuales proviene del uso doméstico, se contrasta el análisis con los parámetros tipos característicos.

Agua residual	
Coliformes totales [NMP/100ml]	1 X 10 ⁷
Huevos de helmintos [HH/ml]	1
DBO ₅ [mg/l]	220
DQO [mg/l]	500
Fósforo total [mg/l]	15
Nitrógeno total [mg/l]	85
Grasas y aceites [mg/l]	50
Alcalinidad [mg/l]	50
Sólidos totales [mg/l]	720

Tabla 4.14: Agua residual municipal característica

Fuente: EMAPA-I

El agua residual debe cumplir con los límites máximos permisibles de descarga a un sistema de alcantarillado o a un cuerpo de agua dulce, publicados en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), libro VI, anexo I indicado en el **anexo No. 12** del presente documento.

La tabla 4.15 muestra en resumen los parámetros considerados para los límites de descarga a un sistema de alcantarillado o cuerpo de agua dulce en éste caso se toma en cuenta los datos para un cuerpo receptor.

Parámetro	Unidad	Alcantarillado	Cuerpo de agua dulce
DBO5	[mg/l]	2500	100
DQO	[mg/l]	500	250
Nitratos + Nitritos	[mg/l]	NA	10
Fósforo	[mg/l]	15	10
Coliformes Fecales	[NMP/100ml]	NA	1 Remoción > al 99.9%
Conductividad	[µS/cm]	NA	NA
pH	[-]	5- 9	5- 9
Sólidos	[mg/l]	720	100
Sólidos	[ml/l]	50	1,0

Tabla 4.15.- Límites de descarga a un sistema de alcantarillado y cuerpo de agua dulce
Fuente: Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), libro VI, anexo I

En el sector del proyecto se tomó una muestra de agua en el cuerpo receptor para su análisis, mismo que se realizó en el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). La tabla 4.16 muestra un resumen de los valores obtenidos. El detalle se encuentra en el **anexo No. 13**

Agua residual		
Coliformes totales	[UFC/100ml]	1000
Coliformes fecales	[UFC/100ml]	1200
DBO5	[mg/l]	1
DQO	[mg/l]	6.7

Tabla 4.16.- Resume de resultados del análisis físico químico del agua de la quebrada Yanahuaycu
Fuente: Los autores

La remoción de microorganismos patógenos, en particular de coliformes fecales, la norma vigente indica que se debe tener un porcentaje de remoción de CF superior a 99.9% si el número de CF presentes en el agua es mayor o igual a 3000 NMP/100ml, mientras que si se registra un número menor se exenta de tratamiento, lo que indica que se debe realizar un tratamiento para remover la carga bacteriana.

4.1.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMAS DE DISEÑO

4.1.5.1 Sistemas de alcantarillado

Para el presente proyecto se diseñó el sistema de alcantarillado de acuerdo al tipo de agua que conducirá clasificándose así como alcantarillado separado y alcantarillado combinado.

4.1.5.1.1 Alcantarillado separado

Es aquel en el cual se independizó la evacuación de las aguas residuales diseñando un sistema para recolectar exclusivamente las aguas residuales (domesticas, institucionales, conexiones erradas y de infiltración), y un sistema para recolectar las aguas lluvias.

En lo que respecta al sistema de alcantarillado pluvial en el numeral 2.1.6 se indica que la comunidad Paniquindra se dedica a las actividades de extracción directa de bienes de la naturaleza, sin transformaciones, como la producción agrícola además en el mapa 2.6 de uso de suelo y 2.7 de uso potencial de suelo del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de La Parroquia La Esperanza se indica que el suelo es destinado a cultivos y pastizales, adicionalmente el gobierno provincial de Imbabura no contempla avances de infraestructura vial ni urbanísticas en las comunidades rurales por la baja densidad poblacional, es por ésta razón que se realizó el diseño solo para las vías existentes que son de cuarto orden y poco empedradas pues en el resto de la comunidad no contempla la realización de éste tipo de sistemas.

4.1.5.1.2 Alcantarillado combinado

Éste sistema se lo diseño con la combinación de caudales tanto sanitario como pluvial indicados en el numeral 4.1.5.1.1 en los lugares que contemple su uso.

4.1.5.2 Clasificación de las tuberías

Toda la red de tuberías del proyecto, ha sido analizada de manera que sigan la pendiente natural del terreno.

Se calculó tramo por tramo y se proyectó como canales o conductos sin presión.

En la tabla 4.17 se indica la clasificación de las redes de tuberías utilizadas para éste diseño.

Clasificación	Descripción	Redes
Laterales o iniciales	Reciben únicamente los desagües provenientes de los domicilios	A,B,C,D,E,F,G,H,I,J ,K
Secundarias	Reciben el caudal de dos o más tuberías iniciales.	SA,SB,SC,SD
Colector secundario	Recibe el desagüe de dos o más tuberías secundarias.	CSA
Emisario final	Conduce el caudal de aguas residuales a su punto de entrega para éste proyecto es la Quebrada Yanahuaycu, ,Quebrada Huachagracu y Quebrada Huagracocho	PT

Tabla 4.17.- Clasificación de las tuberías

Fuente.- Los autores

4.1.6 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO

4.1.6.1 Periodo de diseño

El periodo de diseño del proyecto se estableció de acuerdo a los siguientes aspectos:

La tubería de alcantarillado, será de PVC. Para lo cual según las normas SSA (EX – IEOS) su vida útil está en un rango de 25 a 30 años, mismo por seguridad para el proyecto se tomó la máxima de 30 años

De acuerdo a la EMAAPS-Q los colectores secundarios y principales de (20 – 30 años) y colectores interceptores y emisarios de (30 – 50 años)

Estaciones de bombeo, plantas de tratamiento, tuberías laterales y subcolectores de la red, que son de fácil ampliación, se recomienda periodos de diseño comprendidos entre 20 y 25 años⁵.

No se planea que exista ninguna expansión en el sistema de alcantarillado, ya que cada red individual sirve a una etapa específicamente. De igual manera, se espera una población máxima limitada por la cantidad de lotes por lo que no se toma en cuenta un factor de crecimiento poblacional.

En conclusión, se elige como periodo de diseño **30 años** que es lo común para las obras de alcantarillado en el Ecuador.

4.1.6.2 Población

Del análisis poblacional, indicado en el capítulo 2 numeral 2.4.1.5.2 se tiene que el valor de la población futura igual al calculado por el método sugerido por el MIDUVI, es decir la población estimada es **1139 Hab.**

Con lo antes mencionado se obtiene la máxima densidad de población futura o densidad de saturación, la cual depende de la estratificación socioeconómica, el uso de la tierra por ésta razón se calculó con la ecuación 4.9

$$\text{Densidad poblacional} = \frac{Pf}{\text{Area habitable del proyecto}}$$

Ecuación 4.9-Densidad poblacional

Donde:

$$\text{Densidad poblacional} = \frac{1139}{72.59ha} = 15.7 \text{ hab/Ha}$$

La densidad poblacional para la comunidad Paniquindra es de 15.7 habitantes por cada hectárea de terreno.

⁵ BURBANO, Guillermo, *Criterios Básicos de diseño para el sistema de agua potable y alcantarillado*, 1993, p.101

4.1.6.3 Área de aportación

Se determinaron de acuerdo con el plano topográfico con código PL-G en el cual se realizó el trazado de las tuberías, luego tomando una franja a cada lado de la red y trazando diagonales o bisectrices respectivamente con ayuda del programa Auto Cad se obtuvo las áreas de aportación indicado en los planos con código AA-AP (Áreas de aportación del alcantarillado pluvial) en el **anexo No.36**

4.1.6.4 Aportes de agua residual

4.1.6.4.1 Caudal de aguas domésticas Q_{ad}

En general la cantidad de aguas servidas domésticas es muy variable y depende de varios factores como son: costumbres, características de la región, cultura, clima, etc.

Este caudal será el producto de la población aportante y de las dotaciones de agua potable correspondientes al inicio y final del periodo de diseño afectado por el coeficiente de retorno en un periodo de 24 horas, transformado a segundos.⁶

El caudal de aguas domésticas Q_d se determina con la ecuación 4.10

$$Q_{ad} = (d_{neta} * D * Ard * R / 86400) * M$$

Ecuación 4.10.- Caudal máximo de aguas domésticas

Donde:

d_{neta} = dotación neta por habitantes (lts/ha-día)

Ard = área residencial bruta de drenaje sanitario (Ha)

D = densidad de población futura (hab/Ha)

R = coeficiente de retorno (adimensional)

M = Coeficiente de simultaneidad o mayoración

⁶ LÓPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo, *Elementos de diseño para el acueducto y alcantarillados*, segunda edición, p. 389

Por lo tanto,

Dotación (d_{neta}): Cantidad de agua asignada a cada habitante, considera todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas que existen en cualquier sistema de distribución, para éste proyecto se utilizó el valor máximo establecido por las normas del ex – IEOS para la zona Fría indicado en la tabla 4.18 que es de 150 lit./Hab./día.

Población (habitantes)	Clima	Dotación media futura (l/Hab./día)
Hasta 5000	Frio	120 - 150
	Templado	130 - 160
	Cálido	170 - 200
5000 a 50000	Frio	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 - 230
Más de 50000	Frio	>200
	Templado	>220
	Cálido	>230

Tabla 4.18.- Dotación recomendadas de agua potable

Fuente.- Ecuador Instituto Ecuatorianas de Obras Sanitarias (IEOS) Pág. 60

Coefficiente de retorno (C): depende del nivel socio-económico de la población y del uso que se dé al agua. En éste proyecto se empleó el valor de 0.8 asumiendo que el 80 % del agua consumida se descarga al alcantarillado en un nivel de complejidad medio indicado en la tabla 4.19 considerando que el 20% se consume o se pierde en el riego de áreas verdes y pérdidas en las tuberías.

Nivel de complejidad del sistema	Coefficiente de retorno
Bajo y medio	0.7 - 0.8
Medio alto y alto	0.8 – 0.85

Tabla 4.19.- Coeficiente de retorno de aguas servidas domésticas

Fuente.- Tabla 4.2.3.1 de las normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q

Coeficiente de simultaneidad o de mayoración (M): Cubre la mala distribución de la población futura, los posibles cambios de uso del suelo y los hábitos de consumo, es por eso que las alcantarillas deben tener la capacidad suficiente para conducir el gasto máximo instantáneo, depende en general del número de habitantes servidos (P) se calcula con la fórmula de Harmon indicada en la ecuación 4.11.

Para el presente estudio se consideró un factor de Mayoración igual a 4 por seguridad y porque es el valor recomendado por el ex - IEOS en nuestro país.

$$M = 1 + \frac{14}{4 + P^{1/2}}$$

Ecuación 4.10.- coeficiente de mayoración (Fórmula de Harmon)

Donde:

M= Factor de mayoración de caudales

P=Población futura en miles que en este caso es 1,329

Se tiene:

$$M = 1 + \frac{14}{4 + 1,329^{1/2}} = 3.77$$

Remplazando los datos se obtiene:

$$d_{\text{meta}} = 150 \text{ lts/ha-día}$$

$$\text{Ard} = 91.13 \text{ Ha}$$

$$D = 12.5 \text{ hab/Ha}$$

$$R = 0.8$$

$$M = 4$$

Q_{ad} está dado por:

$$Q_{ad} = \frac{(150 \text{ lts/hab/día}) * 15.7 \text{ hab/Ha} * 72.59 \text{ Ha} * 0.8}{86400 \text{ seg}} * 4$$

$$Q_{ad} = 6.33 \text{ lts/seg}$$

4.1.6.4.2 Caudal de institucional Q_{ins}

Para pequeñas instituciones ubicadas en zonas residenciales, los aportes de aguas residuales pueden estimarse a partir de los valores por unidad de área institucional indicado en la tabla 4.20⁷

Nivel de complejidad del sistema	Contribución institucional
	(lt/seg/Ha-Inst.)
cualquiera	0.4 - 0.5

Tabla 4.20.- Contribución institucional mínima en zonas residenciales

Fuente.- Tabla 4.2.3.4 de las normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q

Entonces

$$Q_{inst} = 0.4 \text{ lt/seg/Ha}$$

$$Q_{inst} = 0.4 \text{ lt/seg/Ha} * 0.1 \text{ Ha}$$

$$Q_{inst} = 0.04 \text{ lt/seg}$$

4.1.6.4.3 Caudal de infiltración Q_{inf}

Es el caudal que ingresa a las tuberías a través de las juntas mal confeccionadas o de las paredes de los pozos de revisión, se determina en base a los siguientes aspectos.

- Permeabilidad del suelo y cantidad de precipitación anual.
- Cuidado en la construcción de cámaras de inspección.
- Material de la tubería y tipo de unión.

En éste proyecto se consideró que el suelo tiene bajo contenido de humedad natural puesto que no se encontró nivel freático, y el nivel de complejidad del sistema es medio por lo tanto se asumió un valor de Q_{inf} dado para éstas condiciones indicado en la tabla 4.21⁸

⁷ LOPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo, Op. Cit. p. 392.

⁸ LOPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo, Op. Cit. p. 394.

Nivel de complejidad del sistema	Infiltración alta (l/s – Ha)	Infiltración media (l/s – Ha)	Infiltración baja (l/s – Ha)
Bajo y medio	0,1- 0,3	0,1 – 0,3	0,05 – 0,2
Medio alto y alto	0,15 – 0,4	0,1 – 0,3	0,05 – 0,2

Tabla 4.21.- Categorización de la infiltración

Fuente.- Tabla 4.2.3.7 de las normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q

Entonces:

$$Q_{inf} = 0.05 \text{ lt/seg/Ha} * 72.59 \text{ Ha}$$

$$Q_{inf} = 3.64 \text{ lt/seg}$$

4.1.6.4.4 Caudal de aguas ilícitas $Q_{a \text{ ilic}}$

Existe la posibilidad del ingreso de aguas lluvias ilícitas al sistema de alcantarillado sanitario a través de conexiones prohibidas ubicadas dentro de patios, de jardines, desde las cubiertas e inclusive a través de las etapas de los pozos o cajas de revisión del alcantarillado sanitario.⁹

Su valor es de difícil estimación, aunque las normas del ex – IEOS sugieren no disminuir de 80 l/hab./día

$$Q_{a \text{ ilic}} = 80 \frac{\text{lt}}{\text{hab} \times \text{día}}$$

Entonces:

$$Q_{a \text{ ilic}} = 80 \text{ lt/hab/día} * \frac{1139 \text{ hab}}{86400 \text{ seg}}$$

$$Q_{a \text{ ilic}} = 1,05 \text{ lt/seg}$$

⁹ LOPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo, Op. Cit. p. 395

4.1.6.5 Caudal de diseño

Corresponde a la suma de los caudales de aguas domésticas, institucional, infiltración y aguas ilícitas. Se calculó para las condiciones finales del proyecto (periodo de diseño), y para las condiciones iniciales en las que se verifican los parámetros de funcionamiento hidráulico del sistema previamente dimensionado se calcula con la ecuación 4.12.¹⁰

$$Q_d = Q_{ad} + Q_{ins} + Q_{inf} + Q_{ai} \quad \text{Ecuación 4.12.- Caudal de diseño}$$

$$Q_d = 6.33\text{lt/s} + 0.04\text{lt/s} + 3.64\text{lt/s} + 1.05\text{lt/s}$$

$$Q_d = 11.06\text{lt/s}$$

Donde:

Q_d = caudal de diseño

Q_{ad} = caudal de aguas domésticas

Q_{ins} = caudal institucional

Q_{inf} = caudal de infiltración

Q_{ai} = caudal de aguas ilícitas

4.1.6.6 Diseño hidráulico

Todo el sistema de alcantarillado sanitario fue proyectado a gravedad con el mismo criterio de cálculo y diseño.

4.1.6.6.1 Tubos circulares funcionando a toda su capacidad

Las aguas negras contienen hasta un 0.2% de materia sólida, obedece su comportamiento a las leyes del escurrimiento del agua por lo que se utiliza los mismos principios en el cálculo de alcantarillas, se considera que su trabajo normal es como canales con superficie libre.

¹⁰ LOPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo, Op. Cit. p. 396

La fórmula de Manning indicada en la ecuación 4.13 es la recomendada por el ex IEOS para el cálculo de alcantarillado.

$$Q = A * n^{-1} * R^{2/3} * J^{1/2}$$

Ecuación 4.13.- Caudal mediante la fórmula de Manning

Donde:

Q = Caudal en (m³/seg)

A = Área de la sección de flujo en (m²)

R = Radio hidráulico=D/4

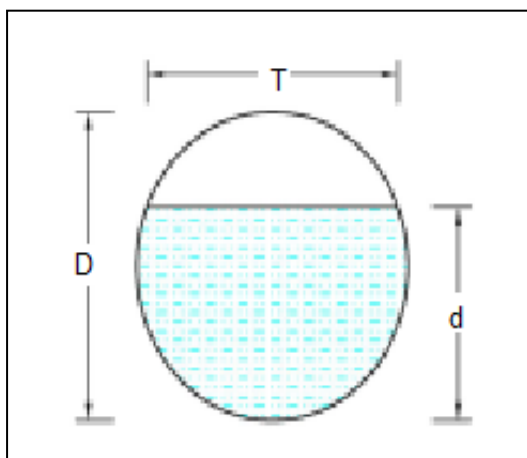
n = Coeficiente de rugosidad que depende del material de la tubería

S = Pendiente de la línea de energía en el caso de flujo uniforme coincide con la lámina de agua (m/m).

4.1.6.6.2 Tubos circulares que funcionan parcialmente llenos.

Se calculó las conducciones sobre la base de que su funcionamiento será totalmente lleno el tubo en cuanto a su capacidad, aunque rara vez trabaja el mismo en esas condiciones debido a las variaciones horarias de consumo de la dotación de agua potable que una vez servida será vertida en la red de alcantarillado de la población.

Generalmente las aguas negras fluyen por las alcantarillas ocupando solamente una parte de su capacidad como se indica en a figura 4.4.



Donde

ao= sección de flujo o área mojada

T= ancho de la superficie libre

λ= Perímetro mojado

$$ao = 1/2 * D * \lambda + d - 1/2 * D * (d * (D - d))^{(1/2)}$$

$$\lambda = 1/2 * 3.141516 * D + D * \text{sen}((2d - d)/D)$$

$$T = 2 * (d * (D - d))^{(1/2)}$$

Figura 4.4.- Categorización de la infiltración

Fuente.- Los autores

En la bibliografía existen tablas elaboradas realizadas en función de la altura de la lámina de agua y el diámetro, por lo tanto, será necesario conocer las relaciones hidráulicas de los conductos siendo éstos los elementos hidráulicos de una tubería que funciona totalmente llena como caudal (Q), área mojada (A), velocidad (V), radio hidráulico (R) y los elementos hidráulicos de la tubería que funciona parcialmente llena como caudal (qo), área mojada (ao), velocidad (vo) y radio hidráulico (ro). Los valores de n y s son iguales que los valores de N y S por esta razón no se consideran.

$$\frac{qo}{Q}, \frac{ro}{R}, \frac{vo}{V}, \frac{ao}{A}$$

Para el diseño del sistema de alcantarillado se calculó la relación (qo/Q), luego se ingresa en la tabla 8.2 indicada en el **anexo No. 14** para conocer las relaciones (vo/V) y (d/D) y determinar la velocidad de diseño real y la altura de la lámina de agua (d) de una tubería parcialmente llena.

4.1.6.6.3 Velocidad

El cálculo de Velocidad se lo efectuó a tubo lleno y parcialmente lleno. Los aspectos que se consideraron fueron los siguientes:

- Que la capacidad hidráulica del sistema sea suficiente para el caudal de diseño con una velocidad de flujo que produzca auto limpieza.
- La gradiente de energía sea continua y descendente, las pérdidas de la carga deberán considerarse en la gradiente de la energía.
- La tubería nunca funcione llena y que la superficie de líquido, según los cálculos hidráulicos de: posibles saltos, de curvas de remanso, y otros fenómenos siempre están por debajo de la corona del tubo, permitiendo la presencia de un espacio para la ventilación del líquido y así impedir la acumulación de gases tóxicos.
- La tubería y su cimentación deben diseñarse de forma que no resulten dañadas por las cargas externas. Debe tenerse en cuenta el ancho y la profundidad de la zanja para el cálculo de las cargas.

- e. La velocidad mínima del líquido en los colectores, sean estos primarios, secundarios o terciarios, bajo condiciones de caudal máximo instantáneo, en cualquier año del período de diseño, no sea menor que 0.45 m/seg y que, preferiblemente, sea mayor que 0.6 m/seg, para impedir la acumulación de gas sulfhídrico en el líquido. La solera de la tubería nunca forme gradas ascendentes. Pues éstas son obstrucciones que fomentan la acumulación de sólidos.
- f. La velocidad máxima para tuberías de plástico, podrá ser hasta 4.5 m/seg y el coeficiente de rugosidad de 0.011 como indica la tabla 4.22

Material	Velocidad máxima (m/s)	n
Con uniones de mortero	4	0.013
Con uniones de neopreno para nivel freático alto	3.5 -4	0.013
Asbesto cemento	4.5	0.011
Plástico	4.5	0.011

Tabla 4.22 velocidad máxima a tubo lleno y coeficiente de rugosidad recomendados

Fuente: Normas del EX - IEOS, publicadas en el año de 1.993.

4.1.6.6.4 Diámetro interno mínimo

El diámetro nominal mínimo para la red de colectores debe ser de 8" (200mm), en alcantarillados simplificados o poblaciones pequeñas, puede justificar la reducción a 6" (150mm) como diámetro mínimo.

La red sanitaria se colocará al lado opuesto de la distribución de agua potable si hubiere, es decir, al sur y oeste de la calzada.

La red de alcantarillado, se diseñó de manera que todas las tuberías pasen por debajo de las de agua potable debiendo dejarse una altura libre proyectada de 0.3m. Cuando ellas sean paralelas y de .20m cuando se crucen.

4.1.6.6.5 Pendiente mínima y máxima

Es conveniente que las alcantarillas tengan pendientes suaves para evitar tener que hacer grandes excavaciones de terreno, de esta forma los sólidos vertidos a las alcantarillas puedan ser transportados por el caudal circulante, evitando su

deposición en algún punto en que exista una disminución de la velocidad. En general, no existen pendientes máximas o mínimas y estas están determinadas por la pendiente que cumpla con la velocidad máxima y velocidad mínima respectivamente. Se recomienda que la pendiente mínima para diámetros mayores a 250 mm sea de 3 por cada mil, es decir 0.003 m/m. Los valores de pendientes mínimas y máximas están indicados en la Tabla N° 4.23

Diámetro nominal (cm)	Pendiente	
	Mínima	Máxima
25	3.0	61.0
30	2.0	48.1
38	1.5	35.0
45	1.2	28.0
61	0.8	19.0
76	0.6	14.0
91	0.5	11.0
107	0.4	9.0
1.22	0.3	7.5
1.52	0.3	5.5

Tabla 4.23 Pendientes mínimas y máximas para tuberías de alcantarillad, en milésimas para PVC o similar

Fuente: Normas del EX - IEOS, publicadas en el año de 1.993.

4.1.6.6.6 Profundidad hidráulica máxima

Para garantizar el flujo libre del sistema, se establece la profundidad hidráulica máxima en el 70 a 80% del diámetro interno real de la tubería.

4.1.6.6.7 Profundidad mínima a la cota clave

Los colectores de redes de recolección y evacuación de aguas residuales deben estar a una profundidad adecuada para permitir el drenaje por gravedad de las descargas domiciliarias sin sótano, aceptando una pendiente mínima de éstas de 2%. Además, el cubrimiento mínimo del colector debe evitar la ruptura de éste, ocasionada por cargas vivas que pueda experimentar. Los valores mínimos permisibles de cubrimiento de los colectores. En lo general, la profundidad mínima a la clave de la tubería debe ser de 1,20m con respecto a la rasante de la

calzada. Sin embargo, en zonas verdes o de vías peatonales y de tráfico liviano, la profundidad mínima puede reducirse hasta 0,75m.

En terrenos planos, donde existen problemas de drenaje por poca pendiente, es posible reducir la profundidad mínima teniendo en cuenta la seguridad estructural de la tubería, de acuerdo con el diseño de la zanja.

Cuando la tubería deba soportar tránsito vehicular, para su seguridad se considerara un relleno mínimo de 1.20m de alto sobre la clave de tubo.

4.1.6.6.8 Profundidad máxima a la cota de clave de la tubería

En general la máxima profundidad de los colectores es del orden de 5 m, aunque puede ser mayor siempre y cuando se garanticen los requerimientos geotécnicos de las cimentaciones y estructurales de los materiales y colectores durante (y después de su construcción).

4.1.6.6.9 Criterio de Diámetro mínimo y borde libre

En la hipótesis de flujo uniforme y permanente, para la selección del diámetro se utiliza la ecuación de Manning, obteniendo el borde libre por encima de la lámina de agua hasta el borde de la tubería, al seleccionar el diámetro nominal superior, se debe asegurar un borde libre que permita la adecuada ventilación de la tubería, en razón de la alta peligrosidad de los gases que en ella se forman.

El criterio para definir el borde libre está en función del máximo porcentaje de utilización de la capacidad de transporte de agua en la tubería (q_0/Q), indicado en la tabla 4.24 calculado y que ha sido adoptado para el diseño de la red de alcantarillado.

Diámetro de la tubería	q_0/Q máxima permitida
200mm – 600 mm	0.60
600mm – 1200mm	0.70
> 1200mm	0.90

Tabla 4.24 Borde libre en función de la relación q_0/Q máxima permitida

Fuente: Normas del EX - IEOS, publicadas en el año de 1.993.

4.1.6.7 Parámetros de proyecto en diseño estructural

La mayor parte de las normas citadas en este texto corresponde al “Ex – IEOS” Instituto Ecuatoriana de Obras Sanitarias.

4.1.6.7.1 Material de las tuberías

Se utilizó tubería estructurada en PVC (policloruro de vinilo) fabricados bajo la Norma INEN 1333-1367-1368.1374 con sus respectivos accesorios cumpliendo con la Norma INEN 1329 para alcantarillado sanitario por su resistencia al ataque químico de las aguas servidas, brinda mejores propiedades hidráulicas a la sección al disminuir el coeficiente de rugosidad, Hormigón Armado y mampostería para pozos de revisión y otras estructuras especiales.

4.1.6.7.2 Especificaciones mínimas a cumplir por las tuberías

En general el proyecto de una obra de saneamiento se elabora para un determinado material y por lo tanto deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Certificado de conformidad de calidad, por partida, expedido por el INEN
- Las tuberías tendrán una prestación equivalente hidráulica y estructural. Desde el punto de vista hidráulico, permitirán conducir caudales o mayores. Desde el punto de vista estructural deberán soportar iguales o mayores cargas dentro de rango admisible de tensiones y deformaciones especificadas.
- Las tuberías flexibles deberán verificar las pruebas de deformación a largo plazo.
- Las tuberías tendrán juntas elásticas, salvo en aquellos lugares donde los planos especifiquen lo contrario.

4.1.6.7.3 Juntas

Junta en tubería de PVC de tipo UE (unión elastomérica) que cumpla con la Norma ASTM F-477. Todas las piezas de conexión serán de PVC moldeado por

inyección o termo - moldeadas en fábrica utilizando tubos de calidad INEN. No se aceptara el termo moldeado de piezas o enchufes en obra.

Las juntas de las conexiones domiciliarias con la alcantarilla se prevén herméticas; a fin de evitar infiltraciones posteriores.

4.1.6.7.4 Rellenos

Teniendo en cuenta que el cálculo estructural de la tubería flexible está basado en una cierta configuración de zanja, la ejecución en obra deberá ajustarse estrictamente al diseño verificado.

Se mantendrá el ancho transversal de la zanja indicado en los planos hasta un plano horizontal de 0.15 m por encima de la parte superior del tubo.

Si en cualquier lugar bajo dicho plano horizontal se inclinan las paredes de la zanja o excede al ancho máximo de la zanja indicado en los planos de taller, se deberá “mejorar” el relleno de la zona de tubos.

Se entenderá por relleno “mejorado” el relleno con arena cemento u otros materiales que aseguren las condiciones de diseño estructural del proyecto.

Se considera el relleno final a todo relleno en el área del corte transversal de zanja dentro de los 45 cm de la superficie terminados, o si la zanja se encuentra debajo del pavimento, todo relleno dentro de los 45cm de la rasante del mismo.

En la comunidad Paniquindra se utilizará el mismo material que se saque en la elaboración de la zanja como material de relleno.

4.1.6.7.5 Pozos y cajas de revisiones

Los pozos de revisión se colocarán en todos los cambios de pendientes. La máxima distancia entre pozos de revisión será de 100m hasta 120m para diámetros menores de 350mm y 200m para diámetros mayores que 800mm, se diseñarán tapas herméticas especiales que impidan la entrada de la escorrentía superficial.

La abertura superior del pozo será como mínimo 0.60m. El cambio del diámetro desde el cuerpo del pozo hasta la superficie se hará preferiblemente usando un tronco de cono excéntrico, para facilitar el descanso al interior del pozo.

El diámetro del cuerpo del pozo estará en función de diámetro máximo de la tubería conectada al mismo como se muestra en la tabla 4.25

Diámetro de la tubería (mm)	Diámetro del pozo (m)
Menor o igual a 550	0.90
Mayor a 550	Diseño Especial

Tabla 4.25.- Diámetro de la tubería recomendado en función del diámetro del pozo

Fuente: Normas del EX - IEOS, publicadas en el año de 1.993.

El fondo de pozo debe tener cuantos canales sean necesarios para permitir el flujo adecuado del agua a través del pozo sin interferencias hidráulicas, que conduzca a pérdidas grandes energía.

Para el caso de tuberías laterales que entran a un pozo en el cual el flujo principal es en otra dirección, los canales del fondo serán conformados de manera que la entrada se haga a un ángulo de 45 grados respecto del eje principal de flujo en los canales que se unan sean aproximadamente iguales.

Con el objetivo de facilitar la entrada de un trabajador al pozo de revisión se evitará en lo posible descargar libremente el agua de una alcantarilla poco profunda hacia un pozo más profundo. La altura máxima de descarga libre será de 0.60m. Caso contrario, se agrandará el diámetro del pozo y se instalará una tubería vertical dentro del mismo que intercepte el chorro de agua y lo conduzca hacia el fondo.

El diámetro máximo de la tubería de salto será 300mm. Para caudales mayores y en caso de ser necesario, se diseñarán estructuras especiales de salto.

Las tuberías de la red de alcantarillado se cruzan en las esquinas de las calles; desde el punto de vista hidráulico es necesario tomar en cuenta que en los pozos ocurren pérdidas de agua por: entrada, salida y cambio de dirección de flujo de las aguas servidas.

Para comprender las pérdidas de carga se han establecido los siguientes criterios:

- Por tuberías de diámetro menor o igual a 600 mm indicado en la figura 4.5 se considera que la diferencia de cotas debe ser por lo menos igual a la mitad de la diferencia de los diámetros. $h = \frac{1}{2} * (D - d)$
- Para tuberías de diámetro mayor o igual a 600 mm indicado en la figura 4.6. Esta diferencia debe ser: $h = \frac{3}{4} * (D - d)$
- Cuando la tubería tiene un diámetro menor o igual a 600 mm indicado en la figura 4.5 se hará coincidir los ejes de las tuberías o las coronas de las tuberías.

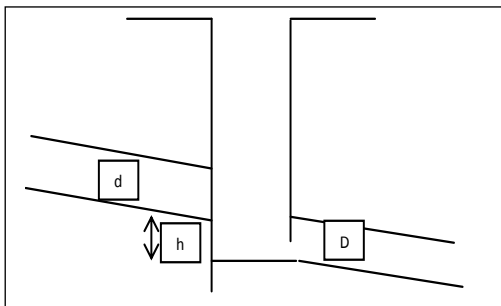


Figura 4.5.- Ubicación de la tubería de $D < 600\text{mm}$
 $D > 600\text{mm}$

Fuente.- Los autores

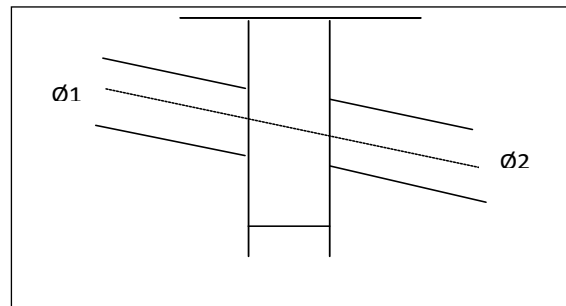


Figura 4.6.- Ubicación de la tubería de

Fuente.- Los autores

Para el diseño de alcantarillados se adopta reglas empíricas para considerar de alguna forma las pérdidas de energía que se producen en los pozos de revisión siendo las siguientes:

- Cuando llegue una sola tubería, a un pozo de revisión debe dejarse una caída de 3 cm entre las cotas de la tubería de llegada y la tubería de salida
- Cuando lleguen 2 tuberías, a un pozo de revisión debe dejarse una caída de 6 cm a partir de la cota de la tubería más baja.

- c) Cuando lleguen 3 tuberías, a un pozo de revisión debe dejarse una caída de 9 cm a partir de la cota de la tubería más baja.

Estas recomendaciones son válidas cuando los diámetros de las tuberías de llegada sean iguales a los de salida, caso contrario se debe empatar las claves de dichas tuberías.¹¹

4.1.6.7.6 Conexiones domiciliarias

Consiste en llevar las aguas negras desde una vivienda o edificio, a una alcantarilla o a un punto de desagüe.

En vista de que estas conexiones son parte importante en la red se ha tratado de normalizar sus instalaciones, construyendo una caja de recolección en la línea de fábrica de cada casa uniendo esta caja con la red por medio de una tubería de PVC 100 mm a 160 mm.

El diámetro será:

Vivienda unifamiliar 110 mm.

Vivienda multifamiliar, comercial o pública 160 mm.

Nunca menor al mayor diámetro diseñado para la unidad.

La pendiente no será menor del 1% y se recomienda que su diámetro sea menor que la tubería de descarga.

Las conexiones de las descargas domiciliarias se harán mediante una pieza especial que garantice la estanqueidad de la conexión, así como el flujo expedito dentro de la alcantarilla; o a través de los ramales laterales. El diámetro mínimo de los ramales laterales (red inicial) será de 150mm.

Las conexiones domiciliarias se iniciarán con una estructura, denominada caja de revisión o caja domiciliaria, a la cual llegará la conexión intra-domiciliaria. La sección mínima de una caja domiciliaria será 0.60x0.60 m. Y su profundidad será la necesaria para cada caso.

¹¹ BURBANO, Guillermo, Op. Cit. p. 121

4.1.6.7.7 Estructura de descarga

Para el presente estudio se cuenta con tres estructuras de descarga indicadas en el numeral 4.1.9.3.1 que se diseñaron con la suma del caudal sanitario que necesita tratamiento más el caudal pluvial que no necesita tratamiento, el agua residual después de pasar por la planta de tratamiento se convierte en agua tratada y por lo tanto se juntará al agua pluvial en un pozo de revisión para posteriormente ser descargada a un cuerpo receptor por una misma estructura. La primer estructura está ubicada a continuación del pozo SC9 en la quebrada Huagracochoa, la segunda se ubica a continuación del pozo CSA9 en la quebrada Huachagracu y la tercera que se encuentra después del pozo CSA13 en la quebrada Yanahuaycu, La ubicación de éstas obras se indica en la tabla 4.27, los detalles en los planos con código DET (Detalles) indicados en el **anexo No. 35** y su cálculo se encuentra en el **anexo No. 25**

No	Red	Absc	Lugar
1	SC	0+611	Q. Huagracochoa
2	CS	0+603	Q. Huachagracu
3	CS	0+887	Q. Yanahuaycu

Tabla 4.26.- Ubicación de plantas de tratamiento y descargas

Fuente: Los autores

4.1.6.8 Cálculo de la red de alcantarillado sanitario

La hoja de cálculo se realizó en Excel y está indicado en el **anexo No. 15**

En la tabla 4.26 se describe en las primeras columnas los datos generales del proyecto, seguido de las bases de diseño y por último la información procesada.

Columna		Descripción	Unidades
DATOS	1	Nombre de la Red	
	2	Número del Pozo	
	3	Coordenada Norte	m
	4	Coordenada Este	m
	5	Coordenada Elevación	msnm
	6	Longitud del tramo	m
	7	Pendiente real del terreno	m/m
AREA	8	Parcial	m ²
	9	Parcial	Ha
	10	Acumulado	Ha

POBLACION	11	Parcial	Hab
	12	Acumulada	Hab
FACTOR MAYORACION	13	M	
AGUAS RESIDUALES Q _{as}	14	Parcial	lts/seg
	15	Acumulado	lts/seg
	16	$q_{\text{max horario}} = q' * M$	lts/seg
INSTITUCIONAL Q _{inst}	17	Parcial	lts/seg
	18	Acumulado	lts/seg
INFILTRACIÓN Q _{inf}	19	Parcial	lts/seg
	20	Acumulado	lts/seg
AGUAS ILICITAS Q _{ailic}	21	Parcial	lts/seg
	22	Acumulado	lts/seg
POZOS AFLUENTES	23	Pozo No.	lts/seg
	24	Acumulado	lts/seg
CAUDAL DISEÑO Q _d	25	q _o	lts/seg
DISEÑO DE LA RED TUBERIA LLENA	26	Ø adoptado	mm
	27	S	m/m
	28	v	m/seg
	29	Q	lts/seg
COMPROBACION CON Ø adoptado	30	q _o / Q	
	31	q _o / Q < 0.60	
DATOS HIDRÁULICOS - PERDIDAS	32	Ø teórico	mm
	33	d / D	
	34	v _o / V	
	35	V _{real}	
	36	Verificación de la velocidad	m/seg
	37	Altura de la lámina de agua	mm
COTAS DE DISEÑO	38	Cota Terreno Rasante	msnm
	39	Cota Clave Tubería	msnm
EXCAVACIÓN	40	Excavación	m
DESNIVEL	41	Desnivel entre pozos	m
TUBERÍA	42	Nombre comercial de la tubería	

Tabla 4.27.- Tabla de datos de la hoja de Excel utilizada para el cálculo

Fuente: Los autores

4.1.6.9 Trazado de la red de alcantarillado sanitario

El trazado de la red se indica en los planos con código PERF-AS (perfiles de alcantarillado sanitario) indicado en el **anexo No. 35**

4.1.7 DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

4.1.7.1 Período de diseño

El periodo de diseño del proyecto puede definirse como el intervalo de tiempo en el cual que el proyecto alcance su nivel saturación, las medidas estructurales del sistema de drenaje se diseñaron para una vida útil no inferior a 30 años en un marco de una planificación de drenaje no inferior a los 10 años.

4.1.7.2 Área de drenaje

Para determinar el área de drenaje se procedió como se indica en el numeral 4.6.3 para el diseño del alcantarillado sanitario, siguiendo la topografía del sector.¹² Indicado en los planos con código AA-AP (Áreas de aportación para el alcantarillado pluvial) en el **anexo No.36**

4.1.7.3 Caudal de diseño

El caudal de aguas lluvias, se calculó con el método racional que se utiliza para cuencas de tamaños hasta 2.00 Ha.¹³ indicado en la ecuación 4.14 utilizando las ecuaciones basadas en las curvas de intensidad, duración y frecuencia obtenidas por el INHAMI para la zona 11, indicadas en el **anexo No. 17 y anexo No. 18** pertenecientes al mapa de zonificación del INAMHI indicado en el anexo 11.

$Q = C * I * A \text{ en (l/s * ha)}$	<i>Ecuación 4.14.- Caudal máximo de aguas lluvias</i>
---------------------------------------	---

Donde:

Q = Caudal Superficial (L/s)

C = Coeficiente de escorrentía (adimensional)

¹² LOPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo, Op. Cit. p. 430

¹³ EMAAP-Q, Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q, Primera edición, 2009, p 79

I = como la Intensidad promedio de la lluvia está dada en (mm/h.) entonces la ecuación se multiplica por un factor de conversión de 2,78

A = Área de drenaje (Ha)

4.1.7.3.1 Coeficiente escorrentía (C).

No toda el agua lluvia precipitada llega al sistema de alcantarillado, pues parte se pierde por factores tales como evaporación, interceptación vegetal, detención superficial en cunetas, zanjas o depresiones, y por infiltración.

Se define como la relación existente entre el agua que escurre (agua no evaporada, infiltrada o estancada) y la precipitación total, para el área considerada en el diseño.

Para determinar el coeficiente de escorrentía se utiliza la tabla 2.16 indicada en el **anexo No. 16** tomando en cuenta que el relieve del terreno es ondulado, su suelo es bastante permeable normal, tiene bastante vegetación en su superficie por lo que su capacidad almacenaje de agua es grande sus datos se indican en la tabla 4.28

Relieve del terreno	Permeabilidad del suelo	Vegetación	Capacidad de almacenaje de agua	Total	Valor de K comprendido entre	Valor de "C"
20	10	10	10	50	25 - 50	0,50
Ondulado Pendiente Entre 5-10%	Bastante Permeable Normal	Bastante Hasta el 50% de superficie	Bastante			

Tabla 4.28.- Datos para determinar el coeficiente de escorrentía C

Fuente: Drenaje vial y urbano (Universidad de Cauca)

Por lo tanto: C= 0,50

4.1.7.3.2 Intensidad de lluvia (I)

Es la relación entre el volumen de agua precipitada por una unidad de área y el tiempo necesario para la obtención de dicho volumen, se mide en mm/h¹⁴

Para este proyecto se utiliza la ecuación representativa de estaciones pluviográficas para la zona 11 obtenida del libro de RODRÍGUEZ FIALLO, Luis, “Estudios de lluvias intensas, Quito: INAMHI, 1999” cuya ubicación se indica en el **anexo No. 11**, las ecuaciones para ésta zona se ubican en el **anexo No. 17** y el resumen de ecuaciones se indica en la tabla 4.29

Zona	Duración	Ecuación
11	4 min < 60min	$I_{TR} = 137.27 * t^{0.5153} * Id_{TR}$
	60 min < 1440 min	$I_{TR} = 578.56 * t^{0.5153} * Id_{TR}$

Tabla 4.29.- Ecuación representativa de intensidades máximas para la zona 11

Fuente: Tabla No. 4 RODRÍGUEZ FIALLO, Luis, Estudios de lluvias intensas. Quito: INAMHI, 1999

Donde:

I_{TR} = intensidad de precipitación para cual periodo de retorno en mm/h

Id_{TR} = Intensidad diaria está en función del periodo de retorno que para éste proyecto es de 10 años y es el valor de 1.8 obtenido del cuadro 1.1 para la zona 11 en mm/h del libro de RODRÍGUEZ FIALLO, Luis, “Estudios de lluvias intensas, Quito: INAMHI, 1999” indicado en el **anexo No. 18**

TR = Periodo de retorno

T = tiempo de duración de lluvia en minutos.

4.1.7.3.3 Tiempo de concentración (tc)

El tiempo de concentración de la cuenca es definido como el tiempo de viaje del agua de lluvia caída en el punto más alejado de la sección de desagüe de una cuenca hasta llegar a dicha sección de desagüe.

¹⁴ CADENA CEPEDA, Raúl. *La teoría de Diseño de las Redes de Drenaje Pluvial*, Primera edición, p. 96

Comúnmente se puede estimar el tiempo total de viaje como la suma del tiempo del flujo sobre la superficie, más el tiempo de viaje por los canales secundarios, más el tiempo de viaje por el cauce principal hasta el punto del control.

El tiempo de concentración se calcula con la ecuación 4.15 componen de un tiempo de recorrido superficial o de desagüe (t_i), es decir, el que requiere la escorrentía para llegar hasta la entrada de la tubería y un tiempo de recorrido dentro de ella (t_f), de tal forma que:

$$t_c = t_i + t_f$$

Ecuación 4.15.- Tiempo de concentración

Donde:

t_c = Tiempo de concentración

t_i = Tiempo inicial o de entrada al sistema de alcantarillado

t_f = Tiempo de flujo a lo largo de los conductos del sistema del alcantarillado

Este tiempo inicial depende de las características de la superficie, tales como pendiente y tipo de superficie, y oscila entre 5 y 20 minutos ¹⁵

Para el presente estudio se tomará un tiempo inicial promedio de 12 minutos.

El tiempo final (t_f), de recorrido en las alcantarillas, se calcula con la ecuación 4.16

$$t_f = \frac{L}{60 \cdot V}$$

Ecuación 4.16.- Tiempo de concentración final

Donde:

T_f = Tiempo de viaje en el conducto (min)

L = longitud de tramo de alcantarillado (m)

V = Velocidad de circulación de agua en el tramo respectivo a sección llena (m/s).

¹⁵ METCALF & EDDY, *Ingeniería de Aguas Residuales, Redes de alcantarillado y Bombeo*, Primera edición, España 1995, p. 147

4.1.7.3.4 *Periodo de retorno*

Para su cálculo con la ecuación 4.17 se tomó en cuenta factores como la calidad de los materiales, índice de crecimiento poblacional, actividades comerciales, costo de mantenimiento, se calculó con la inversa de la probabilidad de excedencia anual y representa el intervalo de tiempo promedio dentro del cual ese evento puede ser igualado o excedido, asumiendo que los eventos naturales son aleatorios.

$$P = \frac{1}{Tr}$$

Ecuación 4.17.- Periodo de retorno

Para el sector del proyecto se ha decidido adoptar un periodo de retorno de 10 años debido a la importancia de la población. Si se adoptase un periodo de retorno menor así por ejemplo 2 años, la población no podría soportar inundaciones continuas para este periodo, debido a que se vería afectado el turismo y la calidad de vida de los habitantes, por otra parte al adoptar un período de retorno superior, así por ejemplo 15 años, el proyecto resultaría muy costoso, por lo que se considera que al adoptar este valor nos vamos por el rango de la seguridad y economía.

4.1.7.4 Diseño hidráulico

El sistema de alcantarillado pluvial fue proyectado a gravedad con el mismo criterio de cálculo y diseño

4.1.7.4.1 Tubos circulares funcionando a toda su capacidad

Las aguas pluviales contienen hasta un 0.1% de materia sólida obtenida por el arrastre de materiales como tierra y arena, por lo que se utiliza los mismos principios en el cálculo de alcantarillas, se considera que su trabajo normal es como canales con superficie libre, destacando que el diseño se realiza para la circulación de agua a sección llena

La fórmula de Manning indicada en la ecuación 4.13 indicada en el numeral 4.6.6.1 es la recomendada por el ex IEOS para el cálculo de alcantarillado por lo que la hemos utilizado para nuestros cálculos.

4.1.7.4.2 Tubos circulares que funcionan parcialmente llenos.

Se calculó las conducciones sobre la base de que su funcionamiento será totalmente lleno el tubo en cuanto a su capacidad, aunque rara vez trabaja el mismo en esas condiciones debido a las variaciones de duración de la precipitación que será vertida en la red de alcantarillado.

El periodo de lluvia generalmente es corto por lo que la precipitación en la mayoría de las veces fluye por las alcantarillas ocupando solamente una parte de su capacidad como se indica en la figura 4.3 de tal manera que el cálculo se lo realizó como se indica en el numeral 4.6.6.2

4.1.7.4.3 Velocidad

El cálculo de Velocidad se lo efectuó a tubo lleno. Los aspectos que se consideraron fueron los siguientes:

- a. Que la capacidad hidráulica del sistema sea suficiente para el caudal de diseño con una velocidad de flujo que produzca auto limpieza.
- b. La tubería funcione a toda su capacidad
- c. La velocidad mínima del líquido en los colectores, sean estos primarios, secundarios o terciarios, bajo condiciones de caudal máximo instantáneo, en cualquier año del período de diseño, no sea menor que 1 m/seg
- d. La velocidad máxima para tuberías de plástico PVC-UE, podrá ser hasta 10 m/seg y el coeficiente de rugosidad de 0.011 para aguas con cantidades no significativas de sedimentos suspendidos¹⁶

4.1.7.4.4 Diámetro interno mínimo.

Para la red de tuberías del alcantarillado pluvial convencional, se diseñó como especifica el ex - IEOS con diámetro mínimo de 10" (250mm).

¹⁶ LOPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo, Op. Cit. p. 440

4.1.7.4.5 Pendiente mínima y máxima

Se consideró como pendiente mínima de cada tramo de tubería de 0,5% con el objeto de tener excavaciones mínimas, cuando las condiciones topográficas y las conexiones que se hicieran lo permitan, garantizando que el régimen hidráulico que se forme no ocasione sedimentos que reduzca la capacidad de conducto y requiera un mantenimiento más continuo.

Las pendientes máxima será aquella que permite verificar que no se supere en el tramo en estudio en los condiciones de diseños, la velocidad máxima permisible indicada en el numeral 4.7.4.3.

4.1.7.4.6 Profundidad mínima a la cota clave.

Los sistemas de alcantarillado pluvial están a la profundidad necesaria para permitir el drenaje por gravedad de las aguas lluvias de su área tributaria. Por lo tanto se consideró mayor que 1,50m como indica la norma del ex - IEOS

4.1.7.4.7 Profundidad máxima a la cota clave.

En general la máxima profundidad de los conductos es de orden de 5 m como indica la norma pero en éste proyecto se obtuvo una profundidad de 6 metros como mayor por cuestiones topográficas, para permitir aireación adecuada del flujo de aguas lluvias en conductos cerrados, el valor máximo permisible de la profundidad hidráulica para el caudal de diseño en un colector debe estar entre 70% y 85% del diámetro o altura real de éste

4.1.7.4.8 Criterio de borde libre

A diferencia del alcantarillado sanitario, en el cual hay que tener en cuenta el coeficiente de utilización de la sección de flujo en la tubería, las tuberías se diseñaron para estar en capacidad de evacuar el caudal a tubo lleno igual o mayor que el caudal de diseño.

4.1.7.5 Parámetros del proyecto en diseño estructural

4.1.7.5.1 Cuneta

Son zanjas que se hacen a ambos lados del camino con el propósito de recibir y conducir el caudal pluvial de la mitad de camino o del todo camino en las curvas, el agua escurre por los cortes y a veces la que escurre de pequeñas áreas adyacentes. Cuando las cunetas pasan del corte al terraplén, se prolongan a lo largo del pie del terraplén dejando una berma convencional entre dicho pie y borde de la cuneta para evitar que se remoje el terraplén lo cual es causa de asentamientos.

Debido a que el área a drenar por las cunetas es relativamente pequeña, generalmente se proyectan estas para que den capacidad a fuertes aguaceros de 10 a 20 minutos de duración. Se puede decir que se considera suficientemente seguro proyectar cada cuneta para que tome 80% de la precipitación pluvial en la mitad del ancho total del derecho de vía. Las dimensiones, la pendiente y otras características de las cunetas, se determinan mediante el flujo que va escurrir por las mismas.

La forma y dimensiones de las cunetas son determinadas de acuerdo a las condiciones climáticas, topográficas y geológicas del lugar. Por tal motivo para la comunidad Paniquindra se diseñó cunetas triangulares como indica la figura 4.7 y 4.8 para mayor seguridad como para mayor economía en la construcción y conservación de las mismas. Los taludes de la cuneta deben ser tan inclinados como sea posible, y cuando ellos están acabados contribuyen al buen aspecto de camino. El desnivel mínimo bajo la sub rasante del camino será de 30cm máximo de 90 cm a fin de que no sea muy peligroso, su forma se aproxima a la de un badén común, y a si algún día se amplía la pavimentación de camino, con poco trabajo podrá transformarse la cuneta en badén.

Se designa con el nombre de badén a toda cuneta que además de ser pavimentada tiene la características de que forma parte de la calzada misma, por lo es de poca pendiente, de poca profundidad y con frecuentes salidas para el agua, haciendo estas salidas mediante rejillas, coladeras, etc.

Hay una cuneta que se le llamado cuneta tipo que tiene talud interior de 3:1 (del lado del camino) y 1,5:1 de la dalo exterior con un tirante de agua de 30 cm.

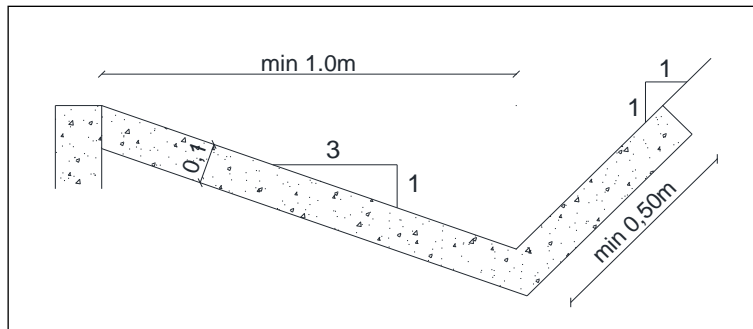


Figura 4.7.- Cuneta tipo triangular

Fuente: Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q

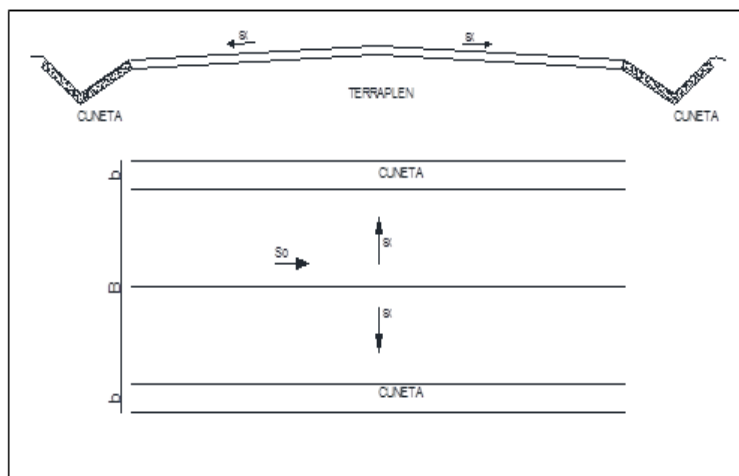


Figura 4.8.- Ubicación de cunetas

Fuente: Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q

En un flujo uniforme, las relaciones básicas se calculan con la ecuación 4.18 y 4.19 mediante la conocida formula de Manning.

$$V = \frac{1}{n} * J^{\frac{1}{2}} * R^{2/3}$$

Ecuación 4.18.- velocidad (fórmula de Manning)

Donde:

- V = velocidad (m/s)
n = Coeficiente de rugosidad de Manning
J = pendiente (m/m)
R = Radio hidráulico

Y el caudal se determina con la ecuación 4.19

$$Q = V * A$$

Ecuación 4.19.- Caudal (fórmula de Mannin)

Donde:

- Q = Caudal (m³/s)
A = Área de la sección circular (m²)

Velocidades admisibles en cunetas, y Coeficiente de escorrentía para canales.

Las velocidades máximas admisibles en cunetas se indican en la tabla 4.30 y los coeficientes de escorrentía para el diseño de canales se indican en la tabla 4.31

Tipo de revestimiento	Velocidad admisible (m/s)
Hierba densa en cualquier tipo de terreno	1,80
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0,60 - 1.20
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0,30 - 0,60
Arena arcillosa dura	0,60 - 0,90
Arcilla limosa	1 - 1,30
Arcilla dura muy coloidal	1,20
Arcilla con muestra de graba	1,20
Grava gruesa	1,20
Mampostería	4,50
Hormigón	4,50

Tabla 4.30.- Valores de la velocidad máxima permisible para cunetas

Fuente: *Tablas de Ven Te Chow, (apuntes de Drenaje vial y urbano UPS)*

Tipo de superficie	Coefficiente de escorrentía
Pavimento de hormigón y asfalto	0,70 – 0,95
Pavimentos adoquinados	0,60 – 0,70
Pavimentos de Macadam	0,30 – 0,60
Superficie de grava	0,15 – 0,30
Zonas arboladas y bosques	0,10 – 0,20

Tabla 4.31.- *Valores de los coeficientes de escorrentía para el diseño de canales*

Fuente: *Tablas de Ven Te Chow, (apuntes de Drenaje vial y urbano UPS)*

Caudal de diseño para cunetas.

La determinación de los caudales, se realiza con la fórmula racional indicada en la ecuación 4.20

$$Q = 0.00028 * C_p * i * A \text{ (l / s)}$$

Ecuación 4.20.- *Caudal de diseño (fórmula racional)*

$$Q = 0.00028 * C_p * i * \left[\frac{B * L}{2} * b * L \right] \text{ (l / s)}$$

Donde:

C_p = Coeficiente escorrentía promedio

L = Longitud de cuneta

i = Intensidad de lluvia (mm/h)

B = ancho de vía

Cálculos para una cuneta tipo

Para el diseño de cunetas se toma como datos iniciales los indicados en la figura 4.9:

$L = 100m$

$B = 5 m$

Periodo de retorno = 5 años

I_{dTR} = Intensidad diaria está en función del periodo de retorno que para éste proyecto es de 5 años y es el valor de 1.7 obtenido del cuadro 1.1 para la zona 11 en mm/h del libro de RODRÍGUEZ FIALLO, Luis, “Estudios de lluvias intensas, Quito: INAMHI, 1999” indicado en el **anexo No. 18**

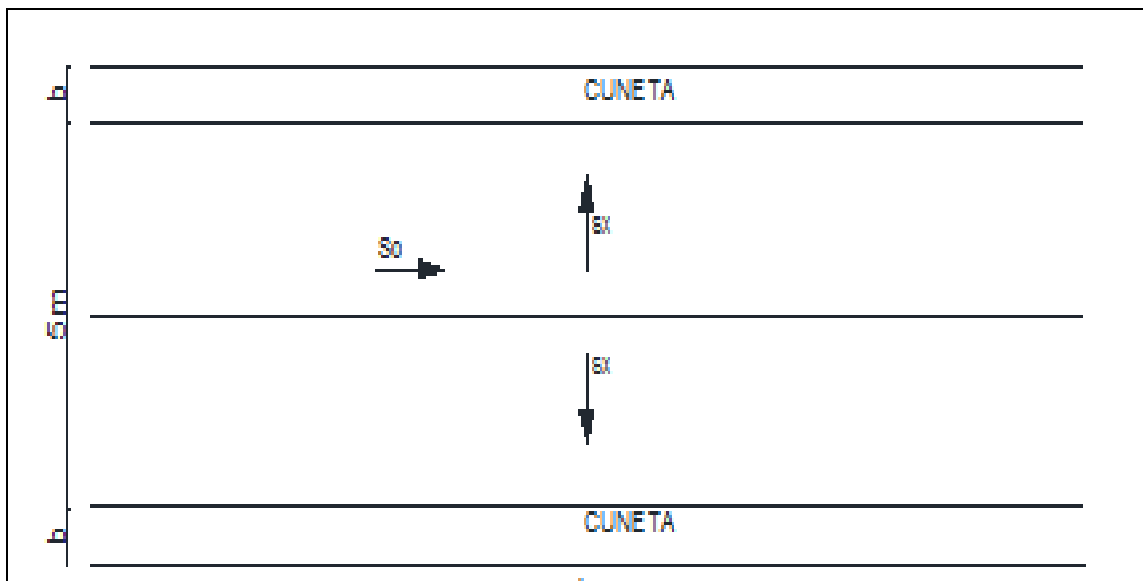


Figura 4.9.- Ubicación de cunetas
Fuente: Los autores

Se toma un valor del coeficiente de escorrentía de 0,60 para pavimentos con macadam

Se puede determinar el tiempo de concentración con la fórmula de Kirpich indicada en la ecuación 4.21 pero para éste proyecto se asume de 10 min por la existencia de terraplenes¹⁷

$$t_c = 0,0195 * \left(\frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0,385} \quad (min)$$

¹⁷ UPS, apuntes de drenaje vial y urbano

Ecuación 4.21.- Tiempo de concentración (fórmula de Kirpich)

Se determinó la intensidad como se indica en el numeral 4.7.3.2 con la ecuación 4.22

$$I_{TR} = 137.27 * t^{-0.5153} * I_d^d$$

Ecuación 4.22.- Intensidad máxima para un periodo de retorno (INAMHI)

Se asume una intensidad diaria de 1.70 mm/h por lo tanto

$$I_{TR} = 137.27 * t^{-0.5153} * 1.70$$

$$I_{Tr} = 71.24 \text{ mm/h}$$

El caudal de diseño se calculó con la fórmula para terraplén

$$Q = 0.00028 * C_p * i * A$$

$$Q = 0.00028 * C_p * i * \left(\frac{B * L}{2} \right)$$

$$Q = 0.00028 * 0.60 * 71.24 * \left(\frac{5 * 85.26}{2} \right)$$

$$Q = 2.55 \text{ l/s}$$

Diseño de cunetas

Para el diseño de la cuneta se considera que es de hormigón con un coeficiente de rugosidad de 0.013 la cota máxima es de 2974.028 m.s.n.m. y la cota mínima de 2960.424 m.s.n.m.

La pendiente de la cuneta es igual a la diferencia de cotas dividido para la longitud del tramo

$$J = \frac{C_{\text{máx}} - C_{\text{mín}}}{L}$$

$$J = \frac{2974.028 - 2960.424}{85.26}$$

$$Q = 0.159$$

Las dimensiones mínimas para cuneta triangular se indican en la figura 4.10

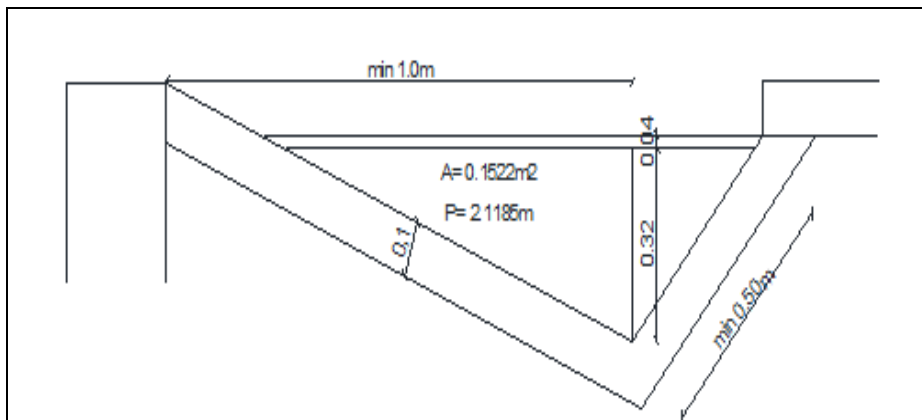


Figura 4.10.- Dimensiones mínimas para cunetas triangulares

Fuente: Los autores

$$A = 0.1522 \text{ m}^2$$

$$P = 2.1185 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{0.1522}{2.1185} = 0.072$$

$$V = \frac{1}{n} * J^{\frac{1}{2}} * R^{2/3}$$

$$V = \frac{1}{0.013} * 0.159^{\frac{1}{2}} * 0.072^{2/3}$$

$$V = 5.30 \text{ (m/s)}$$

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = 0.1522 \cdot 5.30$$

$$Q = 0.81 \text{ m}^3/\text{s}$$

Finalmente se realiza la comprobación del diseño

$$Q = 0.81 > Q_{\text{dis}} = 0.00255 \text{ (m}^3/\text{s)} \quad \text{OK.}$$

4.1.7.5.2 *Sumideros.*

Los sumideros son las estructuras encargadas de recoger la escorrentía superficial de las calles e introducirlas a la tubería del alcantarillado pluvial o combinado. Se ubican a lado y lado de las calles y en esquina agua debajo de cada manzana antes del cruce peatonal. También en todos los puntos bajos o depresiones de la red vial, en las reducciones de pendientes longitudinales de las vías y antes de puentes vehiculares.

Cada sumidero estará conectado directamente o a través de otro sumidero con el pozo respectivo por medio de una tubería cuyo diámetro mínimo es de 200mm (8”), con pendiente no menor de 2% y una longitud inferior a 15m.

Tipos de sumideros

Para la comunidad de “Paniquindra”, se utilizara sumideros de rejilla de calzada (Transversal), ya que su capacidad de captación es superior a los otros sumideros, los cuales deberán ser instalados en las vías existentes.

“Se encuentran en la solera de la cuneta longitudinal o transversal a vía. Este tipo de interceptan el escurrimiento que se existen por el ancho de la calzada, presentándose en forma transversal.

El sumidero transversal cuenta con una reja superficial de hierro fundido que permite captar el escurrimiento superficial que se produce en calzada, interceptando el flujo de manera que se vierte en un canal de recolección localizado bajo la rejilla.

En caso de calles con fuertes pendiente, este tipo de sumidero debe instalarse en un tramo de débil pendiente longitudinal de la calle a efectos de disminuir la

velocidad del escurrimiento en calzada para obtener una adecuada eficiencia de captación. Generalmente el tramo de débil pendiente se obtiene en la intersección de calle.”¹⁸

Eficiencia de los Sumideros.

En la práctica la eficiencia de los sumideros resulta menor al valor calculado por los siguientes factores.

- Irregularidades de las cunetas junto a los sumideros
- Hipótesis de calculo que no siempre corresponde a la realidad
- Obstrucción causada por los residuos.

Por tal motivo se deberá afectar a las capacidades calculadas por los coeficientes de reducción indicados en la tabla 4.32

Localización de cuneta	Tipo de sumidero	Factor de reducción
Punto bajo	En bordillo	0,8
	En solera de cuneta	0,5
	combinado	0,65
Punto de pendiente continua	En bordillo	0,8
	En solera de cuneta	0,6
	combinada	1,1

Tabla 4.32.- Valores de los coeficientes de reducción de capacidad

Fuente: Tabla 5.3.21.1 de Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q

Diseño de Sumideros.

Para el diseño de sumideros se utilizó el caudal de diseño determinado en el numeral 7.5.1.2 y se adopta los datos indicados en la figura 4.12 como son pendiente del talud del sumidero S_x de 0.02 un valor de B de 0.46 es normalizado el coeficiente de rugosidad es de 0.013 porque es de hormigón y pendiente de la vía S_o de 0.179 y el caudal de captación del sumidero se calcula con la ecuación 2.23

¹⁸ EMAAP-Q, Op. Cit. p. 102

$$Q_A = 0.375 \left(\frac{Z}{n} \right) * S_o^{\frac{1}{2}} * Y^{8/2}$$

Ecuación 4.23.- Caudal de captación del sumidero triangular (Ven Te Chow)

Donde:

Z= valor simplificado = $1/S_x = 1/0.02 = 50$

n= coeficiente de rugosidad = 0.013

S_o=Pendiente longitudinal de la vía

Y= altura de agua

Cálculo

Se determina la altura Y despejando reemplazando el caudal real en la ecuación 4.23 del caudal de diseño de la cuneta

$$Q_A = 0.375 \left(\frac{Z}{n} \right) * S_o^{\frac{1}{2}} * Y^{8/2}$$

$$0.00255 = 0.375 * \left(\frac{50}{0.013} \right) * 0.159^{\frac{1}{2}} * Y_A^{8/3}$$

Entonces:

$$Y_A = 0.014\text{m}$$

$$Y_A = 1.4\text{cm}$$

Entonces se determina el ancho de inundación de la calzada T con la ecuación 4.24

$$T = Z * Y_A$$

Ecuación 4.24.- ancho de inundación del sumidero triangular (Ven Te

$$T = 50 * 1.4 = 70 \text{ cm}$$

Finalmente se determina la longitud de la rejilla con la ecuación 4.25

$$L = \frac{M * Q_o^{1/4}}{Z^{1/2}} \sqrt{T - B}$$

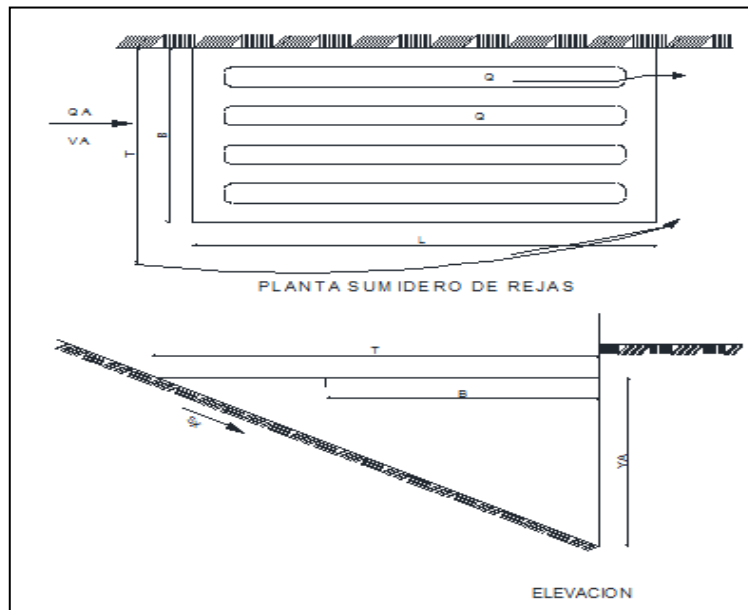


Figura 4.11.- Denominaciones en las cunetas triangulares

Fuente: Los autores

Ecuación 4.25.- Longitud de la rejilla del sumidero triangular (Ven Te Chow)

Donde:

M = Factor según la orientación de la reja =11.8

$$L = \frac{M * 0.00255^{1/4}}{50^{1/2}} \sqrt{0.70 - 0.46}$$

$$L = \frac{11.8 * 0.00255^{1/4}}{50^{1/2}} \sqrt{1.10 - 0.46}$$

$$L = 0.28 \text{ m}$$

En definitiva se utilizará el diseño normalizado con ancho B de 0.45m y longitud de rejilla L de 0.55m adicionalmente el detalle de cunetas y sumideros se indica en los planos con código DET (Detalles) en el **anexo No.36**

4.1.7.5.3 Material de las tuberías

Para el diseño se utilizó tubería estructurada en PVC al igual que en alcantarillado sanitario como indica el numeral 4.1.6.7.1

4.1.7.5.4 Especificaciones mínimas a cumplir por las tuberías

Al igual que en alcantarillado sanitario el proyecto debe cumplir con el numeral 4.1.6.7.2

4.1.7.5.5 Juntas

Al igual que en alcantarillado sanitario el proyecto debe cumplir con el numeral 4.1.6.7.3

4.1.7.5.6 Rellenos

Al igual que en alcantarillado sanitario el proyecto debe cumplir con el numeral 4.1.6.7.4

4.1.7.5.7 Pozos y cajas de revisiones

Al igual que en alcantarillado sanitario el proyecto debe cumplir con el numeral 4.1.6.7.5

4.1.7.5.8 Estructura de descarga

Como se indicó en el numeral 4.1.6.7.7 se cuenta con tres estructuras de descarga.

4.1.7.6 Cálculo de la red de alcantarillado pluvial

La hoja de cálculo se realizó en Excel y está indicado en el **anexo No. 19**

En la tabla 4.33 se describe en las primeras columnas los datos generales del proyecto, seguido de las bases de diseño y por último la información procesada.

Columna		Descripción	Unidades
DATOS	1	Nombre de la Red	
	2	Número del Pozo	
	3	Coordenada Norte	m
	4	Coordenada Este	m
	5	Coordenada Elevación	msnm
	6	Longitud del tramo	m
	7	Pendiente real del terreno	m/m
AREA	8	Parcial	m ²
	9	Parcial	Ha
	10	Acumulado	Ha
CAUDAL DE AGUAS LLUVIAS	11	Tiempo inicial	min
	12	Tiempo de flujo (L/60*V)	min
	13	Tiempo de concentración	min
	14	Intensidad	Mm/h
	15	Caudal pluvial	lts/seg
POZOS AFLUENTES	16	Pozo No.	lts/seg
	17	Acumulado	lts/seg
CAUDAL DISEÑO Qd	18	q _o	lts/seg
DISEÑO DE LA RED TUBERIA LLENA	19	Ø adoptado	mm
	20	S	m/m
	21	v	m/seg
	22	Q	lts/seg
COMPROBACION CON Øadoptado	23	q _o / Q	
	24	q _o / Q < 0.60	
DATOS HIDRÁULICOS - PERDIDAS	25	Øteorico	mm
	26	d / D	
	27	v _o / V	
	28	Vreal	
	29	Verificación de la velocidad	m/seg
	30	Altura de la lámina de agua	mm
COTAS DE DISEÑO	31	Cota Terreno Rasante	msnm
	32	Cota Clave Tubería	msnm
EXCAVACIÓN	33	Excavación	m
DESNIVEL	34	Desnivel entre pozos	m
TUBERÍA	35	Nombre comercial de la tubería	

Tabla 4.33.- Tabla de datos de la hoja de Excel utilizada para el cálculo

Fuente: Los autores

4.1.7.7 Trazado de la red de alcantarillado pluvial

El trazado de la red se indica en los planos con código PERF-AP (perfiles de alcantarillado pluvial) indicado en el **anexo No. 35**

4.1.8 DISEÑO DE ALCANATRILLADO COMBINADO

Los parámetros de los diseños hidráulicos de sistemas combinados son los mismos que los correspondientes a los sistemas separados pluviales y sanitarios.

Los parámetros hidrológicos que se listan a continuación son básicamente los mismos que se utilizan en los sistemas de alcantarillado pluvial 4.1.7 y sanitario 4.1.6

Teniendo en cuenta que el objetivo principal de los interceptores de agua residuales es el de reducción de la carga contaminante a los ríos y quebradas, y su posterior tratamiento, es indispensable considerar el cálculo de los caudales pluviales y sanitarios tanto al final del periodo de diseño, como cada 5 años a partir del primer año de operación.

4.1.8.1 Caudal de diseño.

El caudal de diseño para alcantarillado combinado es igual a la suma de los caudales pluviales cuya metodología de cálculo se indica en el numeral 4.1.7.3 y el cálculo de caudales sanitarios determinados como indica el numeral 4.1.6.5 indicados en el **anexo No. 15** para cada red

4.1.8.2 Diseño hidráulico

El sistema de alcantarillado combinado fue proyectado a gravedad con el mismo criterio de cálculo y diseño que se indica en el numeral 4.1.6.6.1 y 4.1.6.6.2

4.1.8.2.1 Velocidad

El cálculo de Velocidad se lo efectuó a tubo lleno y parcialmente lleno los aspectos considerados son los indicados en el numeral 4.1.7.4.3

4.1.8.2.2 Diámetro interno mínimo.

Para la red de tuberías del alcantarillado combinado, se diseñó como especifica el ex - IEOS con diámetro mínimo de 15" (300mm)

4.1.8.2.3 Pendiente mínima y máxima

Se consideró como pendiente mínima y máxima aquellas indicadas en el numeral 4.1.7.4.5.

4.1.8.2.4 Profundidad mínima y máxima a la cota clave.

Se consideró los indicados en el numeral 4.1.7.4.6 y 4.1.7.4.7

4.1.8.2.5 Criterio de borde libre

A diferencia del alcantarillado sanitario, en el cual hay que tener en cuenta el coeficiente de utilización de la sección de flujo en la tubería, las tuberías se diseñaron para estar en capacidad de evacuar el 90% del caudal a tubo lleno igual o mayor que el caudal de diseño con el fin de que los desechos cloacales no rebosen el sistema.

4.1.8.3 Parámetros del proyecto en diseño estructural

4.1.8.3.1 Cuneta

Se tomó en cuenta las diseñadas en el numeral 4.1.7.5.1

4.1.8.3.2 Sumideros

Se tomó en cuenta las diseñadas en el numeral 4.1.7.5.2

4.1.8.3.3 Material de las tuberías

Para el diseño se utilizó tubería estructurada en PVC al igual que en alcantarillado sanitario como indica el numeral 4.1.6.7.1

4.1.8.3.4 Especificaciones mínimas a cumplir por las tuberías

Al igual que en alcantarillado sanitario el proyecto debe cumplir con el numeral 4.1.6.7.2

4.1.8.3.5 Juntas

Al igual que en alcantarillado sanitario el proyecto debe cumplir con el numeral 4.1.6.7.3

4.1.8.3.6 Rellenos

Al igual que en alcantarillado sanitario el proyecto debe cumplir con el numeral 4.1.6.7.4

4.1.8.3.7 Pozos y cajas de revisiones

Al igual que en alcantarillado sanitario el proyecto debe cumplir con el numeral 4.1.6.7.5

4.1.8.3.8 Pozos de caída y salto

Al igual que en alcantarillado sanitario el proyecto debe cumplir con el numeral 4.1.6.7.6

4.1.8.3.9 Estructura de separación.

El separador de caudales permite que los caudales de aguas servidas se encuentren fuera de los cauces en tiempo de estiaje son llevados directamente al tratamiento, en tanto en épocas de lluvia el caudal de exceso se evacua al cuerpo receptor y el resto al respectivo tratamiento, además durante el invierno las aguas residuales son diluidos por la presencia de las aguas lluvias.

Para el presente estudio se cuenta con tres estructuras de separación de caudales, la primera ubicada a continuación del pozo SC9 en la quebrada Huagracocho, el segundo se ubica a continuación del pozo CSA9 en la quebrada Huachagracu y el tercero que se encuentra después del pozo CSA13 en la quebrada Yanahuaycu, el detalle de éstas obras se indica en los planos con código DET(Detalles) indicada en el **anexo No. 35**

Se colocara un receptor de caudales después de último pozo de recolección de la red (CSA13) el paso desde el cajón separador hacia el canal de ingreso a la planta de tratamiento se realizara con tubería de PVC- UE de diámetro de 300mm

(con los orificios respectivos o estrangulación al inicio de 150mm). Por otro lado se tiene la tubería de evacuación del caudal de excesos de (aguas lluvias), su diámetro será igual a la de a la tubería de llegada, es decir $d= 800\text{mm}$, de PVC-UE que saldrá en forma transversal al cajón en dirección hacia la descarga al cuerpo receptor, el caudal sanitario continúa hasta la planta de tratamiento. En la tabla 4.34 se indica un resumen de las dimensiones del separador de caudales. El interceptor sanitario trabajara a flujo libre después del orificio. El cálculo de éstos separadores se indica en el **anexo No. 21**

Parámetros	u.	Q. Huagracocho	Q. Huachagracu	Q. Yanahuaycu
Altura vertedero	m	0,35	0,8	0,8
Ancho vertedero	m	1,5	1,8	1,8
Diámetro de tubería sanitaria	m	0,20	0,20	0,25
Diámetro de tubería pluvial	m	0,560	1,000	0,900

Tabla 4.34.- Dimensiones del separador de caudales

Fuente: Los autores

4.1.8.3.10 Estructura de descarga.

El diseño de descargas se lo realiza a igual que en el alcantarillado sanitario y pluvial, indicado en el numeral 4.1.6.7.7 con la diferencia que el caudal antes de ingresar a la planta de tratamiento pasa primero por separadores de caudales, para el agua sanitaria se realizó una planta de tratamiento y el agua pluvial pasa directamente hasta un pozo de revisión donde se unen nuevamente para luego ser depositados mediante éstas estructuras al cuerpo receptor.

4.1.8.4 Cálculo de alcantarillado combinado

La hoja de cálculo se realizó en Excel y está indicado en el **anexo No. 20**

En la tabla 4.35 se describe en las primeras columnas los datos generales del proyecto, seguido de las bases de diseño y por último la información procesada.

Columna		Descripción	Unidades
DATOS	1	Nombre de la Red	
	2	Número del Pozo	
	3	Coordenada Norte	m
	4	Coordenada Este	m
	5	Coordenada Elevación	msnm
	6	Longitud del tramo	m
	7	Pendiente real del terreno	m/m
AREA	8	Parcial	m ²
	9	Parcial	Ha
	10	Acumulado	Ha
CAUDAL SANITARIO	11	Caudal de aguas sanitarias	lts/seg
CAUDAL DE AGUAS LLUVIAS	12	Tiempo inicial	min
	13	Tiempo de flujo (L/60*V)	min
	14	Tiempo de concentración	min
	15	Intensidad	Mm/h
	16	Caudal pluvial	lts/seg
POZOS AFLUENTES	17	Pozo No.	lts/seg
	18	Acumulado	lts/seg
CAUDAL DISEÑO Qd	19	q _o	lts/seg
DISEÑO DE LA RED TUBERIA LLENA	20	Ø adoptado	mm
	21	S	m/m
	22	v	m/seg
	23	Q	lts/seg
COMPROBACION CON Øadoptado	24	q _o / Q	
	25	q _o / Q < 0.60	
DATOS HIDRÁULICOS	26	Øteorico	mm
	27	d / D	
	28	v _o / V	
	29	Vreal	
	30	Verificación de la velocidad	m/seg
	31	Altura de la lámina de agua	mm
COTAS DE DISEÑO	32	Cota Terreno Rasante	msnm
	33	Cota Clave Tubería	msnm
EXCAVACIÓN	34	Excavación	m
DESNIVEL	35	Desnivel entre pozos	m
TUBERÍA	36	Nombre comercial de la tubería	

Tabla 4.35.- Tabla de datos de la hoja de Excel utilizada para el cálculo

Fuente: Los autores

4.1.8.5 Trazado de la red de alcantarillado combinado

El trazado de la red se indica en los planos con código PERF-AC (perfiles de alcantarillado combinado) indicado en el **anexo No. 35**

4.1.9 DISPOSICIÓN FINAL

El tratamiento de aguas residuales consiste en una regulación de los efluentes con el fin de controlar la polución purificando parcialmente los elementos contaminantes del agua, haciendo la naturaleza el resto del proceso.

Las aguas negras, en nuestro país se descargan generalmente en las corrientes naturales, el objetivo principal de una planta de tratamiento es mitigar al máximo la contaminación para no alterar las características de la corriente receptora pues al ser desechos de tipo orgánico, estos se pudren absorbiendo el oxígeno del agua, generando así malos olores y sabores.

Estas aguas negras tienen como composición un 99.9% de agua y 0.1% de materia extraña, al depositarse esta agua sin un previo tratamiento, contaminan las corrientes naturales impidiendo el crecimiento de plantas acuáticas debido a la sedimentación de partículas extrañas provenientes de las aguas residuales, también la vida acuática se ve afectada gracias a la presencia de materias tóxicas, compuestos metálicos, ácidos y álcalis.

4.1.9.1 Ubicación de las descargas

El tratamiento de las aguas negras debe equilibrarse con la capacidad de purificación natural de las aguas receptoras de modo que el proceso resulte económico y eficiente por lo tanto para la selección de la ubicación de las descargas se tomó las siguientes consideraciones:

- Se ubicó aguas abajo de las descargas a las que se dará servicio
- Se ubicó cerca del aprovechamiento de las aguas tratadas
- Se ubicó en una cota donde no necesita bombeo
- El valor catastral es bajo pues la planta se ubicará en zonas que la comunidad junto con la junta parroquial dispuso para éste proyecto
- Está cerca de la línea de energía eléctrica y agua potable.

- Cuenta con una vía de acceso.
- La cota de ubicación está libre de inundaciones por crecida de la quebrada
- La zona comprendida para éste proyecto no se encuentra dentro de las áreas de fomento ecológico definido por el plan de desarrollo territorial

Por lo antes mencionado la ubicación física del proyecto se presenta al norte de la comunidad Paniquindra, en el sector denominado “Tamburo” y el vertido se lo hará en la quebrada Huagracocho, Quebrada Huachagracu y en la Quebrada Yanahuaycu indicado en los planos con código PL en el **anexo No. 35**

4.1.9.2 Selección del tipo de tratamiento

De las múltiples alternativas para el tratamiento de aguas residuales, se ha escogido el tratamiento anaerobio llamado “fosa séptica con filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA)” que se considera apropiado para éste proyecto su implantación se indica en la figura 4.12

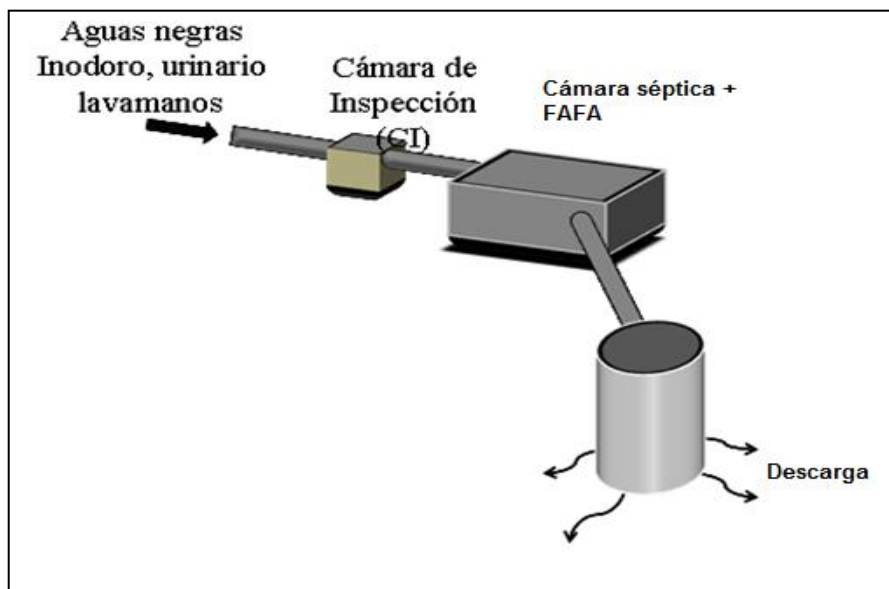


Figura 4.12.- Componentes de la planta de tratamiento

Fuente: Los autores

El FAFA es un reactor biológico de aguas residuales de flujo ascendente funciona con tiempos de retención pequeños (horas) por lo que el tamaño de los mismos

es reducido, resultando costos iniciales de implantación también reducidos y métodos operacionales también sencillos.

Tomando en cuenta las características de la comunidad se estima una población futura de 1159 habitantes se prevé la implantación de tres unidades de éste sistema resultando ventajosos por la poca área de terreno que requiere para su constitución.

Justificación del Tratamiento Adoptado.

La selección del tratamiento de aguas servidas a implantar depende de muchos factores tales como:

a) Características de las Aguas Negras.

El agua residual a que se va a tratar es de tipo doméstica, las mismas que no poseen gran concentración de grasas por lo que no se requieren de procesos avanzados.

El tratamiento primario permite eliminar en un agua residual aproximadamente el 90% de las materias decantables y el 65% de las materias en suspensión.

Se considera también una disminución de la DBO de alrededor del 35%. Si a esto agregamos el tratamiento secundario, se puede llegar hasta un 90% de mejoramiento del DBO¹⁹.

b) análisis de agua del cuerpo receptor, usos aguas abajo de la descarga de tratamiento

El análisis actual del agua y la norma para regular la calidad de las aguas tratadas se indica en el numeral 4.1.4, mismas que exigen se aplique un tratamiento secundario por el uso que se le dará al agua aguas abajo de las quebradas antes mencionadas que alimentan a la quebrada Punguhuaycu formando parte de la cuenca del río Tahuando.

¹⁹ www.wikipedia.org.es

El uso que se le da a éstas aguas es agrícola, pecuario, recreativo, estético y preservación de la flora y fauna aguas abajo.

c) Disponibilidad de espacio.

El espacio físico en que se implantaran los procesos de tratamientos de agua es reducido, se ha proyectado 3 plantas de tratamiento que cubrirán las necesidades de Alcantarillado Sanitario a toda la población de la comunidad de Paniquindra, ubicados estratégicamente en propiedades de tipo públicas, cercano al cuerpo receptor, cuya ubicación es apartado de los sectores poblados esto gracias a la compleja topografía del sector, dando así soluciones efectivas y prácticas que eviten la contaminación y la transmisión de enfermedades.

d) Mantenimiento.

Se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

Evitar que el tratamiento requiera de mano de obra permanente y calificada, reduciendo así costos de mantenimiento.

Mientras mayor sea el uso de un de un tanque séptico, menor será el intervalo entre una limpieza y otra, sin embargo se recomienda limpiarlo una vez cada año mínimo.

4.1.9.3 Diseño de la planta de tratamiento

4.1.9.3.1 Obras adicionales para el buen funcionamiento de la planta de tratamiento

La obra de llegada para éste proyecto será un separador de caudales pluviales de los sanitarios cuyo diseño se indica en el **anexo No. 21**, que constan de: un canal de aproximación de caudales con una criba metálica cuyo diseño se indica en el **anexo No. 22** que protege a un vertedero de pared delgada de obstrucciones por materiales grandes. Los detalles de estas obras se indican en los planos con código DET (detalles) indicados en el **anexo No. 35**

Rejilla o criba

En el tratamiento de aguas residuales se usan rejillas gruesas de barras de acero (con abertura iguales o mayores de 0,64 cm (1/4 pulgadas)) para proteger las tuberías del taponamiento o interferencia causada por trapos, tarros y objetos grandes, su limpieza es manual.

Las características principales de la rejilla se incluyen en la tabla 4.36

La longitud de rejilla de limpieza manual no debe exceder de la que permita su limpieza conveniente por el operador. En la parte superior de la rejilla debe proveerse una placa de drenaje o placa perforada, que permita el drenaje temporal del material removido.

El canal de acceso a la rejilla debe diseñarse para prevenir la acumulación de arena u otro material pesado, antes y después de la rejilla.

El canal debe, preferiblemente, ser horizontal, recto y perpendicular a la rejilla, para promover una distribución uniforme de los sólidos retenidos por ella.

Característica	Rejilla de limpieza manual
Ancho de la barra	0.5-1.5 , cm
Profundidad de barras	2.5 – 7.5, cm
Abertura espaciamento	2.5 – 5, cm
Pendiente con vertical	30° - 45°
Velocidad acercamiento	0.30 – 0.60,m/s
Perdida de energía permisible	15, cm

Tabla 4.36.- características de la rejilla de barras

Fuente: Tratamiento de aguas Residuales, Teoría y Principios de Diseño, Jairo Alberto Romero Rojas, 2004

Perdidas en rejillas

La pérdida de energía a través de la rejilla está en función de la forma de las barras y de la altura o energía de velocidad de flujo entre las barras, en el proyecto se utilizó la ecuación clásica para orificios:²⁰

$$H = \frac{1}{2g} * \left(\frac{Q}{CA} \right)^2$$

Dónde:

- H = pérdida de energía, m
- Q = caudal de aproximación, m³/s
- C = coeficiente de descarga
- C = 0,60 para rejillas limpias
- A = área efectiva de flujo de la rejilla, m²

Cantidad de Material retenido

La cantidad de material retenido varía mucho, dependiendo de tipo de rejilla o criba, del espaciamiento o abertura, del sistema del alcantarillado y de la población aportante. La WPCF sugiere valores entre 3.5-37,5 mL/m³ de agua residual tratada y un valor promedio de 15mL/m³. Valores típico de materiales retenido en función de la separación entre barra.

Disposición de material retenida.

Generalmente se utiliza uno de los siguientes métodos:

- Remoción y disposición en un relleno sanitario.

Parámetros de diseño

Se diseñaron cribas de limpieza manual con las siguientes facilidades:

²⁰ ROMERO ROJAS, Jairo Alberto, *Tratamiento de aguas Residuales, Teoría y Principios de Diseño*, 2004 p. 100

- Una plataforma de operación
- Almacenamiento temporal del material cribado para dos días
- Disposición final del material cribado que debe ser enterrado y cubierto con una capa de tierra de 0.20m.
- Vertedero necesario para poner fuera de funcionamiento (en seco) cualquiera de las unidades.

Para la zona en estudio se utilizaron los parámetros de diseño indicados en la tabla 4.37

Parámetros	Normas	Adoptado
Forma de barra	Rectangular, no se debe utilizar barras de refuerzo	Rectangular
Ancho de barra	5-15 mm	10mm
Espesor de barra	25-40 mm	30mm
Espaciamiento entre barras	25.50 mm, 50mm para que las heces humanas pasen por las barras	50mm
Inclinación con la vertical	45-60°	60°
Plataforma de drenaje	Suficiente para el almacenamiento del material retenido en condiciones sanitarias	Suficiente para el almacenamiento temporal del material retenido en condiciones sanitarias
Canaleta de desvío (By.pass)	Suficiente para desviar el caudal máximo durante una emergencia	Suficiente para desviar el caudal máximo durante una emergencia.
Material de construcción de barras y plataforma de drenaje	Acero inoxidable o galvanizado; aluminio	Acero inoxidable.
Velocidad de aproximación	0.30- 0.60 m/s	Calculada, ($v = 0.50$ m/s)
Tiempo de retención en canal de aproximación	≥ 3 s	5 s

Largo de canal de aproximación	$\geq 1.45 \text{ m}$	1.5m
Velocidad de a través de las barras	$\leq 0.60 \text{ m/s}$ para caudal medio, $\leq 0.90 \text{ m/s}$ para caudal máximo	0.60 m/s
Perdida de carga máxima	0.15 m	0.15 m
Disposición final de residuos	Solución técnica utilizado métodos sanitarios	Solución técnica utilizado método sanitario.

Tabla 4.37.- Parámetros de diseño de la rejilla de barras

Fuente: Adoptado de Reynolds y Richards, 1996

Dimensionamiento de rejillas y canal de Aproximación.

Este tipo de obras se dimensiona como dice la norma del ex - IEOS para el caudal máximo instantáneo con un tiempo de retención de 4 horas.

El cajón de llegada tiene la facilidad de romper la presión de llegada y uniformizar las velocidades

Luego del cajón de llegada se ubica un bypas para facilitar el mantenimiento

Se dimensiona la rejilla y el canal de aproximación antes de la rejilla con las siguientes ecuación adoptada de Mara (1976).

$$a_{canal} = \frac{Q_{max}}{0.6P_{max}} * \left[\frac{a_b + e_b}{e_b} \right]$$

Dónde:

a_{canal} = Ancho de canal de aproximación

Q_{max} = Caudal máximo en m^3/s

0.60 = velocidad máxima a través de las barras, m/s

P_{max} = profundidad máxima de agua en el canal cuando $Q = Q_{max}$, m

a_b = ancho de barra, mm

e_b = espaciamiento (abertura) entre barras, mm

Se calcula la velocidad en canal de aproximación con la siguiente ecuación.

$$v = \frac{0.60}{\left[\frac{a_b + e_b}{e_b} \right]}$$

Dónde:

v = velocidad en canal de aproximación, m/s

Los canales de aproximación deben tener un tiempo de retención hidráulica mínima de 3 segundos y un largo mínimo de 1.35 metros para asegurar una velocidad uniforme a través de las barras. Si el tiempo de retención hidráulica y el largo son menos, es muy probable que el canal tenga turbulencia por las barras.

Se calcula las pérdidas de carga a través de la rejilla con la siguiente ecuación según Kirschmer.²¹

$$h_f = \frac{1}{0.70} * \left[\frac{v_R^2 - v_a^2}{2g} \right]$$

Dónde:

h_f = pérdida de carga

v_R = velocidad a través de la rejilla, m/s

v_a = velocidad en el canal de aproximación, m/s

g = aceleración de gravedad, 9.81 m/s²

El vertedero rectangular se dimensiona con la fórmula fundamental de caudal vertido en vertederos de sección rectangular, sin contracción, también conocido como vertedero de Bazin, es:

$$Q = C_w \cdot 2/3 (2 \cdot g \cdot B)^{1/2} ((H + V_o^2/2 \cdot G)^{2/3} - (V_o^2/2 \cdot G)^{2/3})$$

Donde:

Q = caudal en m³/s

²¹ ROMERO ROJAS, Jairo Alberto, Op. Cit. p. 289

C_w = es un coeficiente indicador de las condiciones de escurrimiento del agua sobre el vertedero

B = longitud de la solera del vertedero en m

H = altura de la lámina vertiente sobre la cresta en m

g = aceleración de la gravedad, en m/s^2

V_0 = velocidad de llegada de la corriente inmediatamente aguas arriba del vertedero, en m/s

Cuando la velocidad de aproximación es baja como en éste proyecto se puede simplificar la ecuación de la siguiente forma:

$$Q = C_w \cdot B \cdot H^{3/2}$$

Donde:

C_w - además de otros factores considera la velocidad de aproximación

Los elementos del vertedero de pared delgada se indican en la figura 4.13

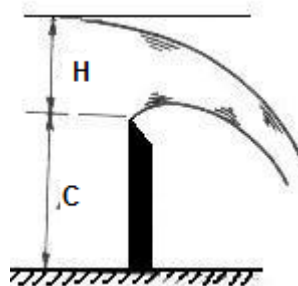


Figura 4.13.- Elementos del vertedero de pared delgada

Fuente: Los autores

Las características del tipo de flujo que afectan C_w pueden ser definidas por H y C/H

Donde:

H_d = altura del vertedero en m

Los valores de C_w se encuentran en la tabla 4.38

C/H	H=0.05	H=0.10	H=0.20	H=0.40	H=0.60	H=0.80	H=1.00	H=1.50
0.5	2.316	2.285	2.272	2.266	2.263	2.262	2.262	2.261
1.0	2.082	2.051	2.037	2.030	2.027	2.026	2.025	2.024
2.0	1.964	1.933	1.919	1.912	1.909	1.908	1.907	1.906
10.0	1.870	1.839	1.824	1.817	1.815	1.814	1.813	1.812
∞	1.846	1.815	1.801	1.793	1.791	1.790	1.789	1.788

Tabla 4.38.- Parámetros de diseño de la rejilla de barras

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Vertedero_de_pared_delgada

Diseño de las descarga para el alcantarillado sanitario, pluvial y combinado

La descarga adoptada es un cuenco con una pared que disipa el impacto cuyo diseño se indica en el **anexo No. 25** los valores principales adoptados son normalizados y se indican en la tabla 4.39

Parámetros	Parámetros	Parámetros
B=D	D= sección del colector	B= sección del colector
a=w/2	l=4w/3	H=3w/4
w=2D	f=w/6	e=w/12

Tabla 4.39.- Esquema de estructura de dissipador de impacto

Fuente: Tratamiento de aguas Residuales, Teoría y Principios de Diseño, Jairo Alberto Romero Rojas, 2004

Proceso operacionales

Los principales procesos operacionales unitarios de tipo físico, así como las funciones ser aplicadas a las aguas residuales, se citan en la tabla 4.40

Proceso	Función
Separador de caudales	Separar los caudales antes de ingresar al sistema
Rejas y Tamices	Eliminación por interceptación de sólidos de gran tamaño
Sedimentación	Eliminación de los sólidos sedimentables y materiales flotantes
Flotación	Eliminación de grasas y sólidos suspendidos y finalmente divididos
Bombeo de fango	Eliminación de fango del fondo de los tanques

Tabla 4.40.- Operación y Procesos Unitarios en el Tratamiento de aguas Residuales.

Fuente: *Tratamiento de aguas Residuales, Teoría y Principios de Diseño, Jairo Alberto Romero Rojas, 2004*

Es una estructura hermética de tipo cajón, de uno o varios compartimientos en serie de sedimentación de sólidos como en éste proyecto que se tiene 2 generalmente va enterrado. Tiene por funciones:

- Eliminar tanto los sólidos flotantes como los sólidos en suspensión, separando la parte líquida de la sólida y almacenándola adecuadamente.
- Proveer digestión de la materia orgánica.
- Separa compuestos con menor densidad que el agua como grasas, aceites, etc.
- Permite la descarga de líquidos clarificados y purificados.

Funcionamiento del Tanque Séptico

Las aguas servidas compuestas de materia líquida y sólida, son sometidas a descomposición mediante procesos naturales y bacteriológicos, durante este proceso se producen gases que asciende constantemente en forma de burbujas a la superficie, para esto es necesario la implementación de tubos de ventilación en la losa superior del tanque.

Las bacterias presentes son del tipo anaeróbica las mismas que prosperan en ausencia de oxígeno libre, esta descomposición o tratamiento de aguas negras en condiciones anaeróbicas es llamada séptica, de aquí el nombre del tanque.

Las aguas servidas ingresan a la primera cámara del tanque séptico denominada “cámara de digestión”, en la misma los sólidos se sedimentan en el fondo del

tanque mientras que una nata liviana compuesta de grasas, jabón, etc., se levanta y rebosa en la superficie, el agua clarificada pasa a una segunda cámara a través de un codo de 200mm la misma que se halla por debajo del nivel de la nata permitiendo el paso del agua clarificada a la segunda cámara denominada “cámara de pulimento” en la misma que se repite el proceso pero con la variante de tratar con aguas que contienen menos sólidos en suspensión que en la primera cámara.

Finalmente el líquido clarificado pasará a un filtro de arena y ripio para su posterior inducción a la fuente natural receptora evitando así la contaminación del medio ambiente.

Este sistema funciona como se indica en la figura 4.14 con tiempos de retención pequeños (horas), consecuentemente las dimensiones del tanque séptico en general son reducidas resultando costos de implantación bajos.

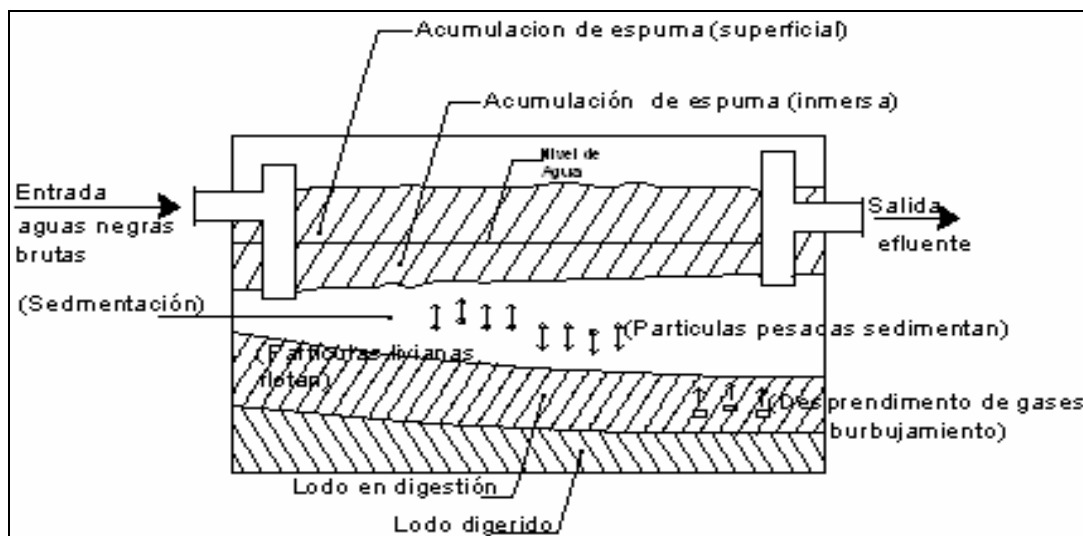


Figura 4.14.- Funcionamiento del tanque séptico.

Fuente: Los autores

Especificaciones de diseño del tanque séptico

Para determinar las dimensiones internas de un tanque séptico rectangular, además de la Norma S090 y de las “Especificaciones técnicas para el diseño de tanque séptico” publicadas por la Unidad de Apoyo Técnico para el Saneamiento

Básico del Área Rural (UNATSABAR)-CEPIS/OPS-2003, se emplea las especificaciones que se indican en la tabla 4.41 además del tiempo de retención hidráulica. El dimensionamiento del tanque séptico se indica en el **anexo No. 23**, el diseño estructural en el **anexo No. 24** y los detalles constructivos en los planos con código PT en el **anexo No. 35**

Parámetro	Recomendación
espacio entre nata y losa de cubierta	>0,30m o 20% de la profundidad de agua
ancho mínimo del tanque	>0,60m
profundidad neta	> 0,75m
relación mínima largo: ancho del primer compartimiento	(cámara de digestión) 2:1 y contiene 2/3 del volumen total
relación mínima largo: ancho del segundo compartimiento	(cámara de pulimento) 1:1 y contiene el 1/3 restante del volumen total
profundidad	no > longitud
Diámetro mínimo de tubería de entrada y salida	200mm
nivel de la tubería de salida	0,05m debajo (tubería de entrada)
dispositivos de entrada y salida de agua	Te o pantalla
Pantallas	0,20m hasta 0,30m de la pared del tanque
prolongación de ramales de fondo de te	$(0,47/A)+0,10$
parte superior de dispositivos de entrada y salida	luz libre de ventilación 0,05m debajo de la losa de cubierta
interconexiones entre compartimentos	bajo el nivel de la nata y sobre el nivel de lodos
pendiente del fondo del tanque	2%
Techo	losas removibles y bocas de inspección
bocas de inspección	150mm de diámetro

Tabla 4.41.- Especificaciones de diseño del tanque séptico

Fuente: Unidad de Apoyo Técnico para el Saneamiento Básico del Área Rural (UNATSABAR)-CEPIS/OPS-2003

Tiempo de retención hidráulica

Cuando se van a tratar aguas negras domésticas, los periodos mínimos detención, tolerados por diversos departamentos de sanidad estales varían de $1^{1/2}$ a 4 horas, siendo 2 horas de periodo más común, antes de un tratamiento de

activación de lodo, es suficiente un periodo de 1 a 1^{1/2} horas, antes de una filtración continua o de filtración en arena, 2 horas; como tratamiento único 2 a 3 horas.²²

Para el presente estudio se considera un tiempo de retención de 4 horas pues se tendrá un tratamiento preliminar o primario y un tratamiento secundario, ya que se ha demostrado que para caudales de hasta 10 l/s se logra una remoción de sedimentos bastante eficaz de hasta un 50 % de los sólidos. La materia sólida restante simplemente se acumula en el tanque y un pequeño porcentaje continúa en disolución y es filtrado en el FAFA, la materia que continúa en el fondo del pozo sirve para acelerar la descomposición posterior de los sólidos que seguirán entrando en el pozo séptico.

4.1.9.3.2 Tratamiento secundario (FAFA)

Se compone de una cámara inferior vacía y una cámara superior con relleno de material filtrante sumergido donde actúan microorganismos facultativos y anaerobios, responsables por la estabilización de la materia orgánica. Como se indica en la figura 4.15

Funcionamiento del (FAFA)

El líquido penetra por la base y es distribuido por un fondo falso o tubos perforados, fluye a través del material de relleno, que en éste caso es necesariamente ahogado y es descargado por la parte superior, siendo colectado en canaletas o tubos perforados.

Está cubierto, resisten bien las variaciones del afluente y propician buena estabilidad al afluente con baja pérdida de sólidos biológicos, no necesita de sembrío de bacterias (inocuos) de partida.

²² ROMERO ROJAS, Jairo Alberto, Op, Cit, p. 104

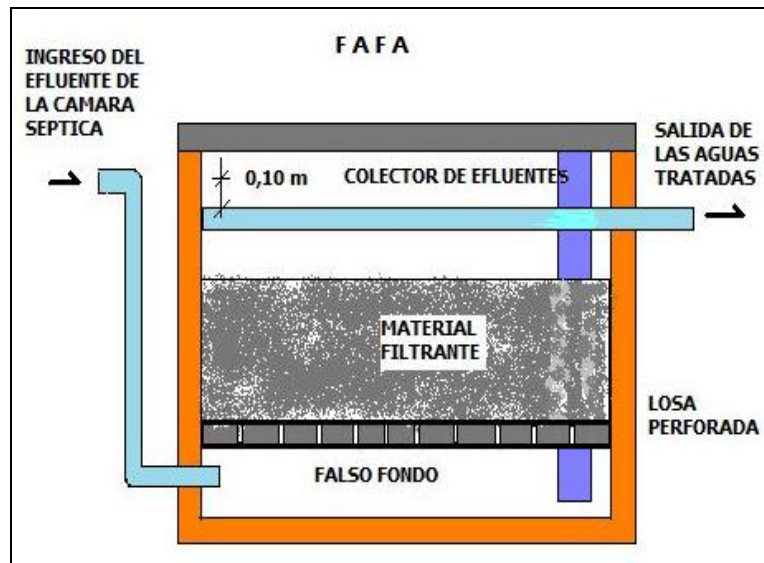


Figura 4.15.- Funcionamiento del Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA)

Fuente: Los autores

Especificaciones de diseño se indican en la tabla 4.42

Parámetro	Recomendaciones
Volumen del lecho filtrante	$V_u = 1.6 \text{ NCT} = 1.6 \cdot Q_{\text{sanit}} \cdot T$
	V_u = volumen del lecho filtrante (litros);
	N = número de contribuyentes
	C = contribución del agua residual (en litros x habitante/ día)
	T = periodo de detención hidráulica, en días
Altura total del filtro anaero-bio	$H = h + h_1 + h_2$
	H = altura total interna del filtro anaerobio (m)
	h = altura total del lecho filtrante/ h_1 = altura del espacio para colectar el efluente/ h_2 = altura sobresaliente
Lecho filtrante	Altura (h) Máx. 1.20 m
Fondo falso	Altura (h_1) Máx 0.60 m, incluyendo el espesor de la losa.
	Tubos perforados de PVC o concreto, instalados sobre el fondo inclinado del filtro. Orificios de Diám. 1 cm (+/-5%).
Sistema de distribución del afluente	Fondo falso: diámetro de los orificios 2.5 cm, la sumatoria de las áreas mínimo al 5% del área del fondo falso.
	Canaletas o tubos perforados
	Una canaleta o tubo por cada tubería de distribución, dispuestos en la misma dirección del lado mayor.
	En filtros cuya distribución es hecha por tubos perforados en el fondo, deben ser dispuestos paralelamente al fondo, distancia entre canaletas máx 1.50 m.

Colecta de efluentes	Los vertedores de las canaletas o de los tubos colectores del efluente deben ser dispuestos horizontalmente.
	Filtros con fondo falso: un tubo guía (Diám. 150 mm de PVC) para cada 3 m ² de fondo.
Sistema de drenaje	Filtros con tubos perforados en el fondo, este debe tener una pendiente de 1% en dirección a pozo de drenaje.
	Materiales resistentes a medios agresivos (ripio)
Material filtrante	Ripio nº 4 o nº 5, con dimensiones lo más uniformes posibles.
Cobertura	Losa de concreto con una tapa de inspección sobre los tubos guías para drenaje

Tabla 4.42.- Especificaciones de diseño del FAFA

Fuente: Ríos Montes Rossio, *Disminución de la carga contaminante orgánica del efluente de las cámaras sépticas utilizadas en el tratamiento de aguas residuales domesticas*

El diseño del FAFA se indica en el **anexo No 36** y en los planos con código PT

Manual de operación y mantenimiento

La generación de lodos en el tratamiento primario es mínima pues se requiere su remoción una vez al año al igual que su limpieza.

Procedimiento de limpieza

La limpieza se puede ejecutar con un recipiente y una pala para retirar lo de interior del tanque séptico o mediante una bomba manual, para descargar a un recipiente o a un camión cisterna.

La limpieza de las cribas se puede ejecutar con un recipiente y una pala para por los encargados que en este caso es la población misma para retirar los materiales de gran dimensión y ser depositados en tachos de basura para su respectiva disposición por los camiones recolectores

El retiro de la nata se realiza esparciendo en su superficie poco antes de su retiro cal hidratada o ceniza vegetal y se mezcla, esto favorece a que gran parte de la espuma se precipite e integre al lodo para ser retirado. Lo sobrante podrá ser retirado con la ayuda de un cucharón a través de la tapa inspección.

Por el alto nivel de toxicidad de los gases dentro de tanque séptico es necesario la ventilación previa, adecuada y la utilización de equipo de protección personal si va ingresar al tanque como cuerdas de seguridad o mascarillas.

No debe ser lavado completamente y se debe dejar una pequeña cantidad de lodo que facilite el proceso bacteriano en nuevo tratamiento para su acondicionamiento final o enterrado previo la aprobación de autoridades de salud.

La forma más efectiva de comprobar el estado de los tanques es a través de una inspección en un lapso de tiempo de 6 meses entre inspecciones consecutivas de la acumulación de lodo y nata, en base de estas se determina el momento indicado para realizar la limpieza cuyo objetivo es:

- a) Medir la distancia desde el fondo de la nata al fondo del dispositivo de salida que debe ser $> 15\text{cm}$.
- b) Medir la distancias desde el fondo del dispositivo de salida hasta la porción superior de lodo que debe ser $> a 25\text{cm}$.

Procedimiento para medir la profundidad de nata

- Se construirá una vara de 4m de largo con una aleta articulada de 15cm x 15cm
- La vara se empujara a través de la capa de nata hasta el fondo del dispositivo de salida.
- Se hará una marca con tiza en la vara.
- Se subirá la vara, la aleta se pondrá en posición horizontal, y se levantara hasta que la resistencia de la nata se sienta.
- Se hará una marca con tiza en la vara.
- El espacio entre las dos marcas determinara la distancia que hay entre el fondo del dispositivo de salida y la parte interior de la nata.

Procedimiento para medir la profundidad de lodo.

- Se construirá una vara de 6m de largo, a la cual se le envolverá 2.5m en tela de toalla blanca.
- Se meterá la vara hasta que toque el fondo del tanque.
- Después de varios minutos, la vara se retirara cuidadosamente mostrando profundidad de los lodos y la profundidad del líquido del tanque.

4.1.10 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas se realizaron en base a las especificaciones dadas por las EPMAPS.

1 DESBROCE, LIMPIEZA

1.1 DEFINICIÓN.

Consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada, de acuerdo con las presentes especificaciones y demás documentos, en las zonas indicadas por el fiscalizador y/o señalados en los planos. Se procederá a cortar, desenraizar y retirar de los sitios de construcción los árboles, incluidas sus raíces, arbustos, hierbas, etc., y cualquier vegetación en las áreas de construcción, áreas de servidumbre de mantenimiento y proceder a la disposición final en forma satisfactoria para el fiscalizador, de todo el material proveniente del desbroce y limpieza.

1.2 ESPECIFICACIONES

Estas operaciones pueden ser efectuadas indistintamente a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos.

Todo el material proveniente del desbroce y limpieza deberá colocarse fuera de las zonas destinadas a la construcción, en los sitios donde señale el ingeniero fiscalizador o los planos.

El material aprovechable proveniente del desbroce será propiedad del contratante y deberá ser estibado en los sitios que se indique, no pudiendo ser utilizado por el constructor sin previo consentimiento de aquél.

Todo material no aprovechable deberá ser retirado, tomándose las precauciones necesarias.

Los daños y perjuicios a propiedad ajena producidos por trabajos de desbroce efectuados indebidamente dentro de las zonas de construcción, serán de la responsabilidad del constructor.

Las operaciones de desbroce y limpieza deberán efectuarse invariablemente en forma previa a los trabajos de construcción.

Cuando se presenten en los sitios de las obras árboles que obligatoriamente deben ser retirados para la construcción, éstos deben ser retirados desde sus raíces tomando todas las precauciones del caso para evitar daños en las áreas circundantes. Deben ser medidos y cuantificados para proceder al pago por metro cúbico de desbosque.

1.3 FORMA DE PAGO

El desbroce y limpieza se medirá tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación de dos decimales.

No se estimará para fines de pago el desbroce y limpieza que efectúe el constructor fuera de las áreas que se indiquen en el proyecto, o disponga el ingeniero fiscalizador de la obra.

2 REPLANTEO Y NIVELACIÓN

2.1 DEFINICIÓN

Replanteo y nivelación es la ubicación de un proyecto en el terreno, en base de los datos que constan en los planos respectivos y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador; como paso previo a la construcción.

2.2 ESPECIFICACIONES

Todos los trabajos de replanteo y nivelación deben ser realizados con aparatos de precisión y por personal técnico capacitado y experimentado.

Se deberán colocar mojones de hormigón perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo y/o órdenes del ingeniero fiscalizador.

En el presente estudio ha dejado referencias claras, las cuales podrán encontrarse teniendo como referencia un ITO colocado por el Instituto geográfico militar conocido como La Pirámide. En base de los puntos mencionados anteriormente el contratista procederá a replantear la obra a ejecutarse.

2.3 FORMA DE PAGO

El replanteo se medirá en metros lineales, con aproximación a dos decimales en el caso de zanjas y por metro cuadrado en el caso de estructuras. El pago se realizará en acuerdo con el proyecto y la cantidad real ejecutada medida en el terreno y aprobada por el ingeniero fiscalizador.

3 EXCAVACIONES

3.1 DEFINICIÓN

Se entiende por excavaciones en general, el remover y quitar la tierra u otros materiales con el fin de conformar espacios para alojar elementos estructurales, la planta de tratamiento, las tuberías y colectores, incluyendo las operaciones necesarias para compactar o limpiar el replantillo y los taludes, el retiro del material producto de las excavaciones, y conservar éstas por el tiempo que se requiera hasta culminar satisfactoriamente la actividad planificada.

3.2 ESPECIFICACIONES

La excavación será efectuada de acuerdo con los datos señalados en los planos, en cuanto a alineaciones pendientes y niveles, excepto cuando se encuentren inconvenientes imprevistos, en cuyo caso, aquellos pueden ser modificados de conformidad con el criterio técnico del ingeniero fiscalizador.

El fondo de la zanja será lo suficientemente ancho para permitir el trabajo de los obreros y para ejecutar un buen relleno. En ningún caso, el ancho interior de la zanja será menor que el diámetro exterior del tubo más 0,50 m, sin entibados; con entibamiento se considerará un ancho de la zanja no mayor que el diámetro exterior del tubo más 0,80 m; la profundidad mínima para zanjas de alcantarillado será 0,75 m más el diámetro exterior del tubo más 0,10 m al fondo que corresponderán al espacio necesario para conformar la cama de arena de apoyo para la tubería.

En ningún caso se excavará, tan profundo que la tierra de base de los tubos sea aflojada o removida.

Las excavaciones deberán ser afinadas de tal forma que cualquier punto de las paredes no difiera en más de 5 cm de la sección del proyecto, cuidándose de que esta desviación no se haga en forma sistemática.

La ejecución de los últimos 10 cm de la excavación se deberá efectuar con la menor anticipación posible a la colocación de la tubería o fundición del elemento estructural. Si por exceso de tiempo transcurrido entre la conformación final de la zanja y el tendido de las tuberías, se requiere un nuevo trabajo antes de tender la tubería, éste será por cuenta del constructor.

Se debe vigilar que desde el momento en que se inicie la excavación, hasta que termine el relleno, incluyendo la instalación y prueba de la tubería, no transcurra un lapso mayor de siete días calendario, salvo en las condiciones especiales que serán absueltas por el ingeniero fiscalizador.

Cuando a juicio del ingeniero fiscalizador, el terreno que constituya el fondo de las zanjas sea poco resistente o inestable, se procederá a realizar sobre excavación hasta encontrar terreno conveniente; este material inaceptable se desalojará, y se procederá a reponer hasta el nivel de diseño, con tierra buena, replantillo de grava, piedra triturada o cualquier otro material que a juicio del ingeniero fiscalizador sea conveniente.

Si los materiales de fundación natural son aflojados y alterados por culpa del constructor, más de lo indicado en los planos, dicho material será removido, reemplazado, compactado, usando un material conveniente aprobado por el ingeniero fiscalizador y a costo del contratista.

Se debe tomar en cuenta que, al momento de realizarse este estudio, las vías de la comuna se encuentran en parte en estado de subrasante, así como también existen vías que se encuentran planificadas y que al momento son inexistentes, porque al presente trabajo adjuntamos además el diseño vial de dichas calles.

Todos los planos y mediciones entregados en este trabajo se han realizado tomando como nivel superior el antes mencionado, por esto, el ingeniero fiscalizador deberá constatar el estado de los sitios de futuras excavaciones y/o rellenos, ya que existe la posibilidad de que sobre los niveles actuales se realicen obras de infraestructura vial que hagan variar los niveles utilizados como base para los cálculos presentados en esta memoria técnica y por ende las cantidades de obra.

Excavación a mano en suelo

Se entenderá por excavación a mano sin clasificar la que se realice en materiales que pueden ser aflojados por los métodos ordinarios, aceptando presencia de fragmentos rocosos cuya dimensión máxima no supere los 5cm, y el 40% del volumen excavado.

Excavación a máquina en suelo

Se entenderá por excavación a máquina de zanjas la que se realice según el proyecto para la fundición de elementos estructurales, alojar la tubería o colectores, incluyendo las operaciones necesarias para compactar, limpiar el replantillo y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones y conservación de las excavaciones por el tiempo que se requiera hasta una satisfactoria colocación de la tubería.

Excavación a máquina en tierra, comprenderá la remoción de todo tipo de material (sin clasificar) no incluido en las definiciones de roca, conglomerado y fango.

Excavación a máquina en aglomerado

Se entenderá por excavación a máquina en aglomerado, el trabajo de romper y desalojar con máquina fuera de la zanja los materiales mencionados.

Se entenderá por aglomerado la mezcla natural formada de un esqueleto mineral de áridos de diferente granulometría y un ligante, dotada de características de resistencia y cohesión, con la presencia de bloques rocosos cuya dimensión se encuentre entre 5cm y 60cm.

3.3 FORMA DE PAGO

La excavación sea a mano o a máquina se medirá en metros cúbicos (m³) con aproximación a la décima, determinándose los volúmenes en la obra según el proyecto y las disposiciones del fiscalizador.

No se considerarán las excavaciones hechas fuera del proyecto sin la autorización debida, ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al constructor.

El pago se realizará por el volumen realmente excavado.

Se tomarán en cuenta las sobre excavaciones cuando estas sean debidamente aprobadas por el ingeniero fiscalizador.

Los rasanteos de zanjas, conformación y compactación de subrasante, conformación de rasante de vías y la conformación de taludes se. medirán en metros cuadrados (m²) con aproximación a la décima.

4 RELLENOS

4.1 DEFINICION

Se entiende por relleno el conjunto de operaciones que deben realizarse para cerrar con materiales y técnicas apropiadas las excavaciones que se hayan realizado para alojar tuberías o estructuras auxiliares, hasta el nivel original del terreno o la calzada a nivel de subrasante sin considerar el espesor de la estructura del pavimento si existiera, o hasta los niveles determinados en el proyecto y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador. Se incluye además los terraplenes que deben realizarse.

4.2 ESPECIFICACIONES

Relleno

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavaciones sin antes obtener la aprobación del ingeniero fiscalizador, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el constructor tenga derecho a ninguna retribución por ello.

El ingeniero fiscalizador debe comprobar la pendiente y alineación del tramo.

El material y el procedimiento de relleno deben tener la aprobación del ingeniero fiscalizador. El constructor será responsable por cualquier desplazamiento de la tubería u otras estructuras, así como de los daños o inestabilidad de los mismos causados por el inadecuado procedimiento de relleno.

Las estructuras fundidas en sitio no serán cubiertas de relleno hasta que el hormigón haya adquirido la suficiente resistencia para soportar las cargas impuestas.

El material de relleno no se dejará caer directamente sobre las tuberías o estructuras. Las operaciones de relleno en cada tramo de zanja serán terminadas sin demora y ninguna parte de los tramos de tubería se dejará parcialmente rellena por un largo período.

La primera parte del relleno, que debe incluir una sección de 0,10 m de espesor con el fin de ser utilizada como cama de apoyo para la tubería, se hará invariablemente empleando en ella tierra fina seleccionada, exenta de piedras, ladrillos, tejas y otros materiales duros; los espacios entre la tubería o estructuras y el talud de la zanja deberán rellenarse cuidadosamente con pala y apisonamiento suficiente hasta alcanzar un nivel de 30 cm sobre la superficie superior del tubo o estructuras; en caso de trabajos de jardinería, el relleno se hará en su totalidad con el material indicado. Como norma general, el apisonado hasta los 60 cm sobre la tubería o estructura será ejecutado cuidadosamente y con pisón de mano; de allí en adelante se podrán emplear otros elementos mecánicos, como rodillos o compactadores neumáticos.

Se debe tener el cuidado de no transitar ni ejecutar trabajos innecesarios sobre la tubería hasta que el relleno tenga un mínimo de 30 cm sobre ella o cualquier otra estructura.

Los rellenos que se hagan en zanjas ubicadas en terrenos de fuerte pendiente se terminarán en la capa superficial empleando material que contenga piedras lo suficientemente grandes para evitar el deslave del relleno motivado por el escurrimiento de las aguas pluviales, o cualquier otra protección que el fiscalizador considere conveniente.

En cada caso particular el ingeniero fiscalizador dictará las disposiciones pertinentes.

La construcción de las estructuras de los pozos de revisión requeridos en la calles, incluyendo la instalación de sus cercos y tapas metálicas, deberá realizarse simultáneamente con la terminación del relleno y capa de rodadura para restablecer el servicio del tránsito lo antes posible en cada tramo.

Compactación

El grado de compactación que se debe dar a un relleno, varía de acuerdo a la ubicación de la zanja; así en las calles importantes o en aquellas que van a ser pavimentadas, se requiere el 95 % del ASSHTO- T180; en calles de poca importancia o de tráfico menor y, en zonas donde no existen calles ni posibilidad de expansión de la población se requerirá el 90 % de compactación del ASSHTO- T180.

Para material cohesivo, esto es, material arcilloso, se usarán compactadores neumáticos, si el ancho de la zanja lo permite, se pueden utilizar rodillos pata de cabra. Cualquiera que sea el equipo, se pondrá especial cuidado para no producir daños en las tuberías. Con el propósito de obtener una densidad cercana a la máxima, el contenido de humedad del material de relleno debe ser similar al óptimo; con ese objeto, si el material se encuentra demasiado seco se añadirá la cantidad necesaria de agua; en caso contrario, si existiera exceso de humedad es necesario secar el material extendiéndole en capas delgadas para permitir la evaporación del exceso de agua.

En el caso de material no cohesivo se utilizará el método de inundación con agua para obtener el grado deseado de compactación; en este caso se tendrá cuidado de impedir que el agua fluya sobre la parte superior del relleno. El material no cohesivo también puede ser compactado utilizando vibradores mecánicos o chorros de agua a presión.

Una vez que la zanja haya sido rellena y compactada, el constructor deberá limpiar la calle de todo sobrante de material de relleno o cualquier otra clase de material. Si así no se procediera, el ingeniero fiscalizador podrá ordenar la paralización de todos los demás trabajos hasta que la mencionada limpieza se haya efectuado y el constructor no podrá hacer reclamos por extensión del tiempo o demora ocasionada.

Material para relleno: excavado, de préstamo

En el relleno se empleará preferentemente el producto de la propia excavación, cuando éste no sea apropiado se seleccionará otro material de préstamo, con el que, previo el visto bueno del ingeniero fiscalizador, se procederá a realizar el relleno. En ningún caso el material de relleno deberá tener un peso específico en seco menor de 1600 kg/m³. El material seleccionado puede ser cohesivo, pero en todo caso cumplirá con los siguientes requisitos:

- a) No debe contener material orgánico.
- b) En el caso de ser material granular, el tamaño del agregado será
Menor o a lo más igual que 5cm.
- c) Deberá ser aprobado por el ingeniero fiscalizador.

4.3 FORMA DE PAGO

El relleno y compactación de zanjas que efectúe el constructor le será medido para fines de pago en m³, con aproximación de dos decimales. Al efecto se medirán los volúmenes efectivamente colocados en las excavaciones. El material empleado en el relleno de sobre excavación o derrumbes imputables al constructor, no será cuantificado para fines de estimación y pago.

5 ACARREO Y TRANSPORTE DE MATERIALES

5.1 DEFINICIÓN

ACARREO

Se entenderá por acarreo de material producto de excavaciones la operación de cargar y transportar dicho material hasta los bancos de desperdicio o almacenamiento que se encuentren en la zona de libre colocación, que señale el proyecto y/o el ingeniero fiscalizador.

El acarreo comprenderá también la actividad de movilizar el material producto de las excavaciones, de un sitio a otro, dentro del área de construcción de la obra y a una distancia mayor de 100m, medida desde la ubicación original del material, en el caso de que se requiera utilizar dicho material para reposición o relleno. Si el acarreo se realiza en una distancia menor a 100 m, su costo se deberá incluir en el rubro que ocasione dicho acarreo.

El acarreo se podrá realizar con carretillas, al hombro o mediante cualquier otra forma aceptable para su cabal cumplimiento.

Si existiesen zonas en el proyecto a las que no se puede llegar hasta el sitio mismo de construcción de la obra con materiales pétreos y otros, sino que deben ser descargados cerca de ésta debido a que no existen vías de acceso carrozables, el acarreo de estos materiales será considerado dentro del análisis del rubro.

TRANSPORTE

Se entiende por transporte todas las tareas que permiten llevar al sitio de obra todos los materiales necesarios para su ejecución, para los que en los planos y documentos de la obra se indicará cuales son; y el desalojo desde el sitio de obra a los lugares terminados por el fiscalizador, de todos los materiales producto de las excavaciones, que no serán aprovechados en los rellenos y deben ser retirados. Este rubro incluye: carga, transporte y volteo final.

5.2 ESPECIFICACIONES

ACARREO

El acarreo de materiales producto de las excavaciones o determinado por documentos de la obra, autorizados por la fiscalización, se deberá realizar por medio de equipo mecánico adecuado en buenas condiciones, sin ocasionar la interrupción de tráfico de vehículos, ni causar molestias a los habitantes. Incluyen las actividades de carga, transporte y volteo.

TRANSPORTE

El transporte se realizará del material autorizado por el fiscalizador y a los sitios dispuestos por la fiscalización, este trabajo se ejecutará con los equipos adecuados, y de tal forma que no cause molestias a los usuarios de las vías ni a los moradores de los sitios de acopio.

El transporte deberá hacerse a los sitios señalados y por las rutas de recorrido fijadas por el fiscalizador, si el contratista decidiera otra ruta u otro sitio de recepción de los materiales desalojados o transportados, la distancia para el pago será aquella determinada por el fiscalizador.

5.3 FORMA DE PAGO

ACARREO

Los trabajos de acarreo de material producto de la excavación se medirán para fines de pago en la forma siguiente:

- El acarreo del material producto de la excavación en una distancia dentro de la zona de libre colocación se medirá para fines de pago en metros cúbicos (m³) con dos decimales de aproximación, de acuerdo a los precios estipulados en el contrato, para el concepto de trabajo correspondiente.
- Por zona de libre colocación se entenderá la zona comprendida entre el área de construcción de la obra y 1 (uno) kilómetro alrededor de la misma.

TRANSPORTE

El transporte para el pago será calculado como el producto del volumen realmente transportado, por la distancia desde el centro de gravedad del lugar de las excavaciones hasta el sitio de descarga señalado por el fiscalizador.

Para el cálculo del transporte, el volumen transportado será el realmente excavado, medido en metros cúbicos en el sitio de obra, y la distancia en kilómetros y fracción de kilómetro será la determinada por el fiscalizador en la ruta definida desde la obra al sitio de depósito.

6 PROTECCION Y ENTIBAMIENTO

6.1 DEFINICIÓN

Protección y entibamiento son los trabajos que tienen por objeto evitar la socavación o derrumbamiento de las paredes de la excavación, e impedir o retardar la penetración del agua subterránea, sea en zanjas u otros.

6.2 ESPECIFICACIONES

El constructor deberá realizar obras de entibado, soporte provisional, bombeo, en aquellos sitios donde se encuentren estratos aluviales sueltos, permeables o deleznales, que no garanticen las condiciones de seguridad en el trabajo. Donde se localizarán viviendas cercanas, se deberán considerar las separaciones y las medidas de soporte provisionales que aseguren la estabilidad de las estructuras.

Protección apuntalada

Las tablas se colocan verticalmente contra las paredes de la excavación y se sostienen en esta posición mediante puntales transversales, que son ajustados en el propio lugar.

El objeto de colocar las tablas contra la pared es sostener la tierra e impedir que el puntal transversal se hunda en ella. El espesor y dimensiones de las tablas, así como el espaciamiento entre los puntales dependerá de las condiciones de la excavación y del criterio de la fiscalización.

Este sistema apuntalado es una medida de precaución, útil en las zanjas relativamente estrechas, con paredes de cangahua, arcilla compacta y otro material cohesivo. No debe usarse cuando la tendencia a la socavación sea pronunciada.

Esta protección es peligrosa en zanjas donde se hayan iniciado deslizamientos, pues da una falsa sensación de seguridad.

Protección en esqueleto

Esta protección consiste en tablas verticales, como en el anterior sistema, largueros horizontales que van de tabla a tabla y que sostienen en su posición por travesaños apretados con cuñas, si es que no se dispone de puntales extensibles, roscados y metálicos. Esta forma de protección se usa en los suelos inseguros que al parecer solo necesitan un ligero sostén, pero que pueden mostrar una cierta tendencia a sufrir socavaciones de imprevisto.

Cuando se advierta el peligro, puede colocarse rápidamente una tabla detrás de los largueros y poner puntales transversales si es necesario. El tamaño de las piezas de madera, espaciamiento y modo de colocación, deben ser idénticos a los de una protección vertical completa, a fin de poder establecer ésta si fuera necesario.

Protección en caja

La protección en caja está formada por tablas horizontales sostenidas contra las paredes de la zanja por piezas verticales, sujetas a su vez por puntales que no se extienden a través de la zanja. Este tipo de protección se usa en el caso de materiales que no sean suficientemente cohesivos para permitir el uso de tablonés y en condiciones que no hagan aconsejable el uso de protección vertical, que sobresale sobre el borde de la zanja mientras se está colocando.

La protección en caja se va colocando a medida que avanzan las excavaciones. La longitud no protegida en cualquier momento no debe ser mayor que la anchura de tres o cuatro tablas.

Protección vertical

Esta protección es el método más completo y seguro de revestimiento con madera. Consiste en un sistema de largueros y puntales transversales dispuestos de tal modo que sostengan una pared sólida y continua de planchas o tablas verticales, contra los lados de la zanja.

Este revestimiento puede hacerse así completamente impermeable al agua, usando tablas machihembradas, láminas de acero, etc. La armadura de protección debe llevar un puntal transversal en el extremo de cada larguero y otro en el centro.

Si los extremos de los largueros están sujetos por el mismo puntal transversal, cualquier accidente que desplace un larguero se transmitirá al inmediato y puede causar un desplazamiento continuo a lo largo de la zanja, mientras que un movimiento de un larguero sujeto independientemente de los demás, no tendrá ningún efecto sobre éstos.

6.3 FORMA DE PAGO

La colocación de entibados será medida en m² del área colocada directamente a la superficie de la tierra, el pago se hará al constructor con los precios unitarios estipulados en el contrato.

7 ACERO DE REFUERZO

7.1 DEFINICIÓN

Malla electrosoldada

El trabajo consiste en el suministro, transporte, corte, figurado y colocación de malla electrosoldada, para el refuerzo de estructuras como tanques sépticos, filtros del tanque séptico, pozos separadores de caudales, pozos con rejillas anques, descargas y cajas de revisión de conformidad con los diseños y detalles mostrados en los planos en cada caso y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador.

Acero en barras

El trabajo consiste en el suministro, transporte, corte, figurado y colocación de barras de acero, para el refuerzo de estructuras como pozos de revisión, de conformidad con los diseños y detalles mostrados en los planos en cada caso y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador.

Steel Deck

Se usará láminas de acero galvanizado trapezoidal usada para las losas de las plantas de tratamiento, que actúa como refuerzo positivo y elimina la necesidad de varillas de refuerzo, alivianamiento y encofrado.

7.2 ESPECIFICACIONES

Malla electrosoldada

La malla electrosoldada para ser usada en obra, deberá estar libre de escamas, grasas, arcilla, oxidación, pintura o recubrimiento de cualquier materia extraña que pueda reducir o hacer desaparecer la adherencia, y cumpliendo la norma ASTM A 497.

Toda malla electrosoldada será colocada en obra en forma segura y con los elementos necesarios que garanticen su recubrimiento, espaciamiento, ligadura y anclaje. No se permitirá que contraviniendo las disposiciones establecidas en los planos o en estas especificaciones, la malla sea de diferente calidad o esté mal colocada.

Toda armadura o características de estas, serán comprobadas con lo indicado en los planos estructurales correspondientes. Para cualquier reemplazo o cambio se consultará con fiscalización.

A pedido del ingeniero fiscalizador, el constructor está en la obligación de suministrar los certificados de calidad del acero de refuerzo que utilizará en el proyecto, o realizará ensayos mecánicos que garanticen su calidad.

En su construcción deberá tenerse en cuenta lo establecido en las especificaciones del fabricante. Se usará malla electrosoldada del tipo R-524

Acero en barras

El constructor suministrará, dentro de los precios unitarios consignados en su propuesta, todo el acero en varillas necesario; estos materiales deberán ser nuevos y aprobados por el ingeniero fiscalizador de la obra. Se usarán barras redondas corrugadas con esfuerzo de fluencia de 4200kg/cm², grado 60, de acuerdo con los planos y cumplirán las normas ASTM-A 615 o ASTM- A 617. El acero usado o instalado por el constructor sin la respectiva aprobación será rechazado.

Las distancias a que deben colocarse las varillas de acero que se indique en los planos serán consideradas de centro a centro, salvo que específicamente se indique otra cosa; la posición exacta, el traslape, el tamaño y la forma de las varillas deberán ser las que se consignan en los planos.

Antes de precederse a su colocación, las varillas de acero deberán limpiarse del óxido, polvo grasa u otras sustancias y deberán mantenerse en estas condiciones hasta que queden sumergidas en el hormigón.

Las varillas deberán ser colocadas y mantenidas exactamente en su lugar, por medio de soportes, separadores, etc., preferiblemente metálicos, o moldes de hormigón simple, que no sufran movimientos durante el vaciado del hormigón hasta el vaciado inicial de éste. Se deberá tener el cuidado necesario para utilizar de la mejor forma la longitud total de la varilla de acero de refuerzo.

A pedido del ingeniero fiscalizador, el constructor está en la obligación de suministrar los certificados de calidad del acero de refuerzo que utilizará en el proyecto, o realizará ensayos mecánicos que garanticen su calidad.

Steel Deck

El constructor suministrará, dentro de los precios unitarios consignados en su propuesta, la plancha metálica; este material deberá ser nuevo y aprobado por el ingeniero fiscalizador de la obra.

Se usarán planchas metálicas de acuerdo con los planos de acuerdo a la norma ecuatoriana NTE INEN 2 397 y de acuerdo a lo señalado por el STEEL DECK INSTITUTE COMPOSITE STEEL FLOOR DECK.Chicago: ANSI Accredited Standards Developer.

El Steel Deck será colocado de acuerdo a las especificaciones del constructor.

El Steel Deck usado o instalado por el constructor sin la respectiva aprobación será rechazado.

7.3 FORMA DE PAGO

Malla electrosoldada

La medida será el número de metros cuadrados (m²) resultantes de las medidas obtenidas en los planos y confrontadas con las reales tomadas en la obra.

El pago se hará a los precios establecidos en el Contrato.

Steel Deck

La medida será el número de metros cuadrados (m²) resultantes de las medidas obtenidas en los planos y confrontadas con las reales tomadas en la obra.

El pago se hará a los precios establecidos en el Contrato.

8 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

8.1 DEFINICIÓN

Se entenderá por encofrados las formas volumétricas, que se confeccionan con piezas de madera, metálicas o de otro material resistente, para que soporten el vaciado del hormigón, con el fin de amoldarlo a la forma prevista.

Desencofrado se refiere a aquellas actividades mediante las cuales se retiran los encofrados de los elementos fundidos, luego de que ha transcurrido un tiempo prudencial, y el hormigón vertido ha alcanzado cierta resistencia.

8.2 ESPECIFICACIONES.

Los encofrados contruidos de madera pueden ser rectos o curvos, de acuerdo a los requerimientos definidos en los diseños finales; deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y lo suficientemente impermeables para evitar la pérdida de la lechada.

Los encofrados para tabiques o paredes delgadas estarán formados por tableros compuestos de tablas y bastidores o de madera contrachapada de un espesor adecuado al objetivo del encofrado, pero en ningún caso menores de 1cm.

Estos tirantes y los espaciadores de madera, que formarán el encofrado, por si solos resistirán los esfuerzos hidráulicos del vaciado y vibrado del hormigón. Los apuntalamientos y riostras servirán solamente para mantener a los tableros en su posición, vertical o no, pero en todo caso no resistirán esfuerzos hidráulicos.

Al colar hormigón contra las formas, éstas deberán estar libres de incrustaciones de mortero, lechada u otros materiales extraños que pudieran contaminar el hormigón.

Antes de depositar el hormigón, las superficies del encofrado deberán aceitarse con aceite comercial para encofrados, de origen mineral.

Los encofrados metálicos pueden ser rectos o curvos, de acuerdo a los requerimientos definidos en los diseños finales deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y los suficientemente impermeables para evitar la pérdida de la lechada.

En caso de ser tablero metálico de tol, su espesor no debe ser inferior a 2mm.

Las formas se dejarán en su lugar hasta que la fiscalización autorice su remoción, y se removerán con cuidado para no dañar el hormigón.

La remoción se autorizará y efectuará tan pronto como sea factible; para evitar demoras en la aplicación del compuesto para sellar o realizar el curado con agua, y permitir la más pronto posible, la reparación de los desperfectos del hormigón.

Con la máxima anticipación posible para cada caso, el constructor dará a conocer a la fiscalización los métodos y material que empleará para construcción de los encofrados. La autorización previa del fiscalizador para el procedimiento del colado no relevará al constructor de sus responsabilidades en cuanto al acabado final del hormigón dentro de las líneas y niveles ordenados.

Después de que los encofrados para las estructuras de hormigón hayan sido colocados en su posición final, serán inspeccionados por la fiscalización para comprobar que son adecuados en construcción, colocación y resistencia, pudiendo exigir al constructor el cálculo de elementos encofrados que justifiquen esa exigencia.

El uso de vibradores exige el empleo de encofrados más resistentes que cuando se usan métodos de compactación a mano.

8.3 FORMA DE PAGO

Los encofrados se medirán en metros cuadrados (m²) con aproximación de dos decimales.

Al efecto, se medirán directamente en la estructura las superficies de hormigón que fueran cubiertas por las formas al tiempo que estén en contacto con los encofrados empleados.

No se medirán para efectos de pago las superficies de encofrado empleadas para confinar hormigón que debió ser vaciado directamente contra la excavación y que debió ser encofrada por causa de sobre excavaciones u otras causa imputables al constructor, ni tampoco los encofrados empleados fuera de las líneas y niveles del proyecto.

La obra falsa de madera para sustentar los encofrados estará incluida en el pago.

El constructor podrá sustituir, al mismo costo, los materiales con los que está constituido el encofrado (otro material más resistente), siempre y cuando se mejore la especificación, previa la aceptación del ingeniero fiscalizador.

9 HORMIGONES

9.1 DEFINICIÓN

Se entiende por hormigón al producto endurecido resultante, de la mezcla de cemento Pórtland, agua y agregados pétreos (áridos) en proporciones adecuadas; puede tener aditivos con el fin de obtener cualidades especiales.

9.2 ESPECIFICACIONES

GENERALIDADES

Estas especificaciones técnicas incluyen todas las características que deberán cumplir los materiales que formarán parte del hormigón a ser fabricado, así como los procesos que se tendrán que seguir para obtener un hormigón correctamente dosificado, transportado, manipulado y vertido. De esta manera se obtendrán los acabados y resistencias requeridas.

CLASES DE HORMIGÓN

Las clases de hormigón a utilizar en la obra serán aquellas señaladas en los Planos u ordenadas por el fiscalizador.

La clase de hormigón está relacionada con la resistencia requerida, el Contenido de cemento, el tamaño máximo de agregados gruesos, contenido de aire y las exigencias de la obra para el uso del hormigón.

Se reconocen 3 clases de hormigón, conforme se indica a continuación:

Tipos de hormigón

TIPO DE HORMIGON	f 'c (Kg/cm²)
HS	280
HS	180

El hormigón de 280 kg/cm² está destinado al uso en estructuras, pozos o tanques.

El hormigón de 180 kg/cm² está destinado al uso en cajas de revisión domiciliarias o sumideros y replantillos

Todos los hormigones a ser utilizados en la obra deberán ser diseñados en un laboratorio calificado por la entidad contratante.

El contratista realizará diseños de mezclas, y mezclas de prueba con los materiales a ser empleados que se acopien en la obra, y sobre esta base y de acuerdo a los requerimientos del diseño entregado por el laboratorio, dispondrá la construcción de los hormigones.

Los cambios en la dosificación contarán con la aprobación del fiscalizador.

NORMAS

Forman parte de estas especificaciones todas las regulaciones establecidas en el Código Ecuatoriano de la Construcción.

MATERIALES

Cemento

Todo el cemento será de una calidad tal que cumpla con la norma INEN 152.

Requisitos: no deberán utilizarse cementos de diferentes marcas en una misma fundición. Los cementos nacionales que cumplen con estas condiciones son los cementos Pórtland: Rocafuerte, Chimborazo, Guapán y Selva Alegre.

A criterio del fabricante, pueden utilizarse aditivos durante el proceso de fabricación del cemento, siempre que tales materiales, en las cantidades utilizadas, hayan demostrado que cumplen con los requisitos especificados en la norma INEN 1504.

El cemento será almacenado en un lugar perfectamente seco y ventilado, bajo cubierta y sobre tarimas de madera. No es recomendable colocar más de 14 sacos uno sobre otro y tampoco deberán permanecer embodegados por largo tiempo.

El cemento Pórtland que permanezca almacenado a granel más de 6 meses o almacenado en sacos por más de 3 meses, será nuevamente muestreado y ensayado y deberá cumplir con los requisitos previstos, antes de ser usado.

La comprobación del cemento, indicado en el párrafo anterior, se referirá a:

Tipos de ensayo

Tipo de ensayo	ensayo inen
Análisis químico	INEN 152
Finura	INEN 196, 197
Tiempo de fraguado	INEN 158, 159
Consistencia normal	INEN 157
Resistencia a la compresión	INEN 488
Resistencia a la flexión	INEN 198
Resistencia a la tracción	AASHTO T-132

Fuente: EMAAP-Q

Si los resultados de las pruebas no satisfacen los requisitos especificados, el cemento será rechazado.

Cuando se disponga de varios tipos de cemento estos deberán almacenarse por separado y se los identificará convenientemente para evitar que sean mezclados.

AGREGADO FINO

Los agregados finos para hormigón de cemento Pórtland estarán formados por arena natural, arena de trituración (polvo de piedra) o una mezcla de ambas.

La arena deberá ser limpia, silícica (cuarzosa o granítica), de mina o de otro material inerte con características similares. Deberá estar constituida por granos duros, angulosos, ásperos al tacto, fuertes y libres de partículas blandas, materias orgánicas, esquistos o pizarras. Se prohíbe el empleo de arenas arcillosas, suaves o disgregables. Igualmente no se permitirá el uso del agregado fino con contenido de humedad superior al 8 %.

Los requerimientos de granulometría deberá cumplir con la norma INEN 872: Aridos para hormigón. **Requisitos:** El módulo de finura no será menor que 2,4 ni mayor que 3,1; una vez que se haya establecido una granulometría, el módulo de finura de la arena deberá mantenerse estable, con variaciones máximas de $\pm 0,2$, en caso contrario el fiscalizador podrá disponer que se realicen otras combinaciones, o en último caso rechazar este material.

Ensayos y tolerancias

Las exigencias de granulometría serán comprobadas por el ensayo granulométrico especificado en la norma INEN 697.

El peso específico de los agregados se determinará de acuerdo al método de ensayo estipulado en la norma IN EN 85

El peso unitario del agregado se determinará de acuerdo al método de ensayo estipulado en la norma INEN 858.

El árido fino debe estar libre de cantidades dañinas e impurezas orgánicas, para lo cual se empleará el método de ensayo INEN 855. Se rechazará todo material que produzca un color más oscuro que el patrón.

Un árido fino rechazado en el ensayo de impurezas orgánicas puede ser utilizado, si la decoloración se debe principalmente a la presencia de pequeñas cantidades de carbón, lignito o partículas discretas similares.

También puede ser aceptado si, al ensayarse para determinar el efecto de las impurezas orgánicas en la resistencia de morteros, la resistencia relativa calculada a los 7 días, de acuerdo con la norma INEN 866, no sea menor del 95%.

El árido fino para utilizar en hormigón que estará en contacto con agua, sometido a una prolongada exposición de la humedad atmosférica o en contacto con la humedad del suelo, no debe contener materiales que reaccionen perjudicialmente con los álcalis del cemento, en una cantidad suficiente para producir una expansión excesiva del mortero o del hormigón.

Si tales materiales están presentes en cantidades dañinas, el árido fino puede utilizarse siempre que se lo haga con un cemento que contenga menos del 0,6 % de álcalis calculados como óxido de sodio.

El árido fino sometido a 5 ciclos de inmersión y secado para el ensayo de resistencia a la disgregación (norma INEN 863) debe presentar una pérdida de masa no mayor del 10 %, si se utiliza sulfato de sodio; o 15 %, si se utiliza sulfato de magnesio.

El árido fino que no cumple con estos porcentajes puede aceptarse siempre que el hormigón de propiedades comparables, hecho de árido similar proveniente de la misma fuente, haya mostrado un servicio satisfactorio al estar expuesto a una intemperie similar a la cual va estar sometido el hormigón por elaborar con dicho árido.

Todo el árido fino que se requiera para ensayos debe cumplir los requisitos de muestreo establecidos en la norma INEN 695.

La cantidad de sustancias perjudiciales en el árido fino no debe exceder los límites que se especifican en la norma INEN 872.

Los siguientes son los porcentajes máximos permisibles (en peso de la muestra) de sustancias indeseables y condicionantes de los agregados.

Porcentajes permisibles sustancias indeseables

Agregado fino	% del peso
Material que pasa el tamiz No. 200	3,00
Arcillas y partículas desmenuzables	0,50
Hulla y lignite	0,25
Otras sustancias dañinas	2,00
Total máximo permisible	4,00

Fuente: EMAAP-Q

En todo caso la cantidad de sustancias perjudiciales en el árido fino no debe exceder los límites que se estipula en la norma INEN 872 para árido fino.

AGREGADO GRUESO

Los agregados gruesos para el hormigón de cemento Pórtland estarán formados por grava, roca triturada o una mezcla de éstas que cumplan con los requisitos de la norma INEN 872.

Para los trabajos de hormigón, consistirá en roca triturada mecánicamente, será de origen andesítico.

Se empleará ripio limpio de impurezas, materias orgánicas y otras sustancias perjudiciales; para este efecto se lavará perfectamente. Se recomienda no usar el ripio que tenga formas alargadas o de plaquetas.

También podrá usarse canto rodado triturado a mano o ripio proveniente de cantera natural siempre que tenga forma cúbica o piramidal, debiendo ser rechazado el ripio que contenga más del 15 % de formas planas o alargadas.

La producción y almacenamiento del ripio se efectuará dentro de tres grupos granulométricos separados, designados de acuerdo al tamaño nominal máximo del agregado y según los siguientes requisitos:

Granulometría requerida

Tamiz inen	% en masa que debe pasar por los tamices		
Aberturas cuadradas	No.4 a 3/4"(19 mm)	3/4" a 1 1/2"(38mm)	1 1/2 a 2" (76mm)
3" (76 mm)			90 -100
2" (50 mm)		100	20 - 55
1 1/2" (38 mm)		90 - 100	0-10
1" (25 mm)	100	20 - 45	0-5
3/8"(19mm)	90 -100	0-10	
3/8(10mm)	30-55	0-5	
No. 4(4.8mm)	0-5		

Fuente: EMAAP-Q

En todo caso los agregados para el hormigón de cemento Pórtland cumplirán las exigencias granulométricas que se indican en la tabla 3 de la norma INEN 872.

Ensayos y tolerancias

Las exigencias de granulometrías serán comprobadas por el ensayo granulométrico INEN 69

El peso específico de los agregados se determinará de acuerdo al método de ensayo INEN 857.

Porcentajes máximos de sustancias extrañas en los agregados, los siguientes son los porcentajes máximos permisibles (en peso de la muestra) de sustancias indeseables y condicionantes de los agregados.

Porcentajes permisibles de sustancias indeseables

Agregado grueso	% del peso
Solidez, sulfato de sodio, pérdidas en cinco ciclos:	12,00
Abrasión - Los Ángeles (pérdida):	35,00
Material que pasa tamiz No. 200:	0,50
Arcilla:	0,25
Hulla V lignito:	0,25
Partículas blandas o livianas:	2,00
Otros:	1,00

Fuente: EMAAP-Q

En todo caso la cantidad de sustancias perjudiciales en el árido grueso no debe exceder los límites que se estipulan en la norma INEN 872.

AGUA

El agua para la fabricación del hormigón será potable, libre de materias orgánicas y aceites; tampoco deberá contener sustancias dañinas como ácidos y sales, deberá cumplir con la norma INEN 1108.

Agua Potable:

Requisitos. El agua que se emplee para el curado del hormigón cumplirá también los mismos requisitos que el agua de amasado.

ADITIVOS

Esta especificación tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir los aditivos químicos que pueden agregarse al hormigón para que éste desarrolle ciertas características especiales requeridas en obra. En caso de usar aditivos, estos estarán sujetos a aprobación previa de fiscalización. Se demostrará que el aditivo es capaz de mantener esencialmente la misma composición y rendimiento del hormigón en todos los elementos donde se emplee aditivos.

Se respetarán las proporciones y dosificaciones establecidas por el productor.

Los aditivos que se empleen en hormigones cumplirán las siguientes normas:

- Aditivos para hormigones. Aditivos químicos. Requisitos. Norma INEN PRO 1969.
- Aditivos para hormigones. Definiciones. Norma INEN PRO 1844
- Aditivos reductores de aire. Norma INEN 191, 152

Los aditivos reductores de agua, retardadores y acelerantes deberán cumplir la "Especificación para aditivos químicos para concreto" (ASTM - C - 490) y todos los demás requisitos que ésta exige.

Amasado de Hormigón

Se recomienda realizar el amasado a máquina en lo posible.

El hormigón se mezclará hasta conseguir una distribución uniforme de los materiales. En caso de utilizar hormigoneras no se sobrecargará su capacidad; el tiempo mínimo de mezclado será de 1,5 minutos, con una velocidad de por lo menos 14 r.p.m.

El agua será dosificada por medio de cualquier sistema de medida controlado, corrigiéndose la cantidad que se coloca en la hormigonera de acuerdo a la humedad que contengan los agregados. Pueden utilizarse las pruebas de consistencia para regular estas correcciones.

MANIPULACIÓN Y VACIADO DEL HORMIGÓN

Manipulación

La manipulación del hormigón en ningún caso deberá tomar un tiempo mayor a 30 minutos.

Antes del vaciado, el constructor deberá proveer de canalones, elevadores y plataformas adecuadas a fin de transportar el hormigón en forma correcta hacia los diferentes niveles de consumo. En todo caso no se permitirá que se deposite el hormigón desde una altura tal que se produzca la separación de los agregados.

El equipo necesario, tanto para la manipulación como para el vaciado, deberá estar en perfecto estado, limpio y libre de materiales usados y extraños.

Vaciado

Para la ejecución y control de los trabajos, se podrán utilizar las recomendaciones del ACI 614 - 59 o las ASTM. El constructor deberá notificar al fiscalizador el momento en que se realizará el vaciado del hormigón fresco, de acuerdo con el cronograma, planes y equipos ya aprobados. Todo proceso de vaciado, a menos que se justifique en algún caso específico, se realizará bajo la presencia del fiscalizador.

El hormigón debe ser colocado en obra dentro de los 30 minutos después de amasado, debiendo para el efecto, estar los encofrados listos y limpios; asimismo deberán estar colocados, verificados y comprobados todas las armaduras y chicotes; en estas condiciones, cada capa de hormigón deberá ser vibrada a fin de desalojar las burbujas de aire y oquedades contenidas en la masa; los vibradores podrán ser de tipo eléctrico o neumático, electromagnético o mecánico, de inmersión o de superficie, etc.

De ser posible, se colocará en obra todo el hormigón de forma continua.

Cuando sea necesario interrumpir la colocación del hormigón, se procurará que ésta se produzca fuera de las zonas críticas de la estructura, o en su defecto se procederá a la formación inmediata de una junta de construcción técnicamente diseñada según los requerimientos del caso y aprobados por la fiscalización.

Las jornadas de trabajo, si no se estipula lo contrario, deberán ser tan largas, como sea posible, a fin de obtener una estructura completamente monolítica, o en su defecto establecer las juntas de construcción ya indicadas.

El vaciado de hormigón para condiciones especiales debe sujetarse a lo siguiente:

- Vaciado del hormigón bajo agua: se permitirá colocar el hormigón bajo agua tranquila, siempre y cuando sea autorizado por el ingeniero fiscalizador y que el hormigón contenga veinticinco (25) por ciento más cemento que la dosificación especificada. No se pagará compensación adicional por ese concepto extra. No se permitirá vaciar hormigón bajo agua que tenga una temperatura inferior a 5°C.
- Vaciado del hormigón en tiempo cálido: la temperatura de los agregados, agua y cemento será mantenida al más bajo nivel práctico. La temperatura del cemento en la hormigonera no excederá de 50°C y se debe tener cuidado para evitar la formación de bolas de cemento.
- La subrasante y los encofrados serán totalmente humedecidos antes de colocar el hormigón.
- La temperatura del hormigón no deberá bajo ninguna circunstancia exceder de 32°C y a menos que sea aprobado específicamente por la supervisión, debido a condiciones excepcionales, la temperatura será mantenida a un máximo de 27°C.
- Un aditivo retardante reductor de agua que sea aprobado será añadido a la mezcla del hormigón de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. No se deberá exceder el asentamiento de cono especificado.

Consolidación.

El hormigón armado o simple será consolidado por vibración y otros métodos adecuados aprobados por el fiscalizador. Se utilizarán vibradores internos para consolidar hormigón en todas las estructuras. Deberá existir suficiente equipo vibrador de reserva en la obra, en caso de falla de las unidades que estén operando.

El vibrador será aplicado en intervalos horizontales, con una separación máxima entre inmersión e inmersión del aparato de 75cm; por períodos cortos de 5 a 15 segundos, inmediatamente después de que ha sido colocado. El apisonado, varillado o paleteado será ejecutado a lo largo de todas las caras para mantener el agregado grueso alejado del encofrado y obtener superficies lisas.

Pruebas de consistencia y resistencia.

Se controlará periódicamente la resistencia requerida del hormigón, se ensayarán en muestras cilíndricas de 15,3cm (6") de diámetro por 30,5cm (12") de altura, de acuerdo con las recomendaciones y requisitos de las especificaciones ASTM, C172, C192, C31 Y C39.

A excepción de la resistencia del hormigón simple en replantillo, que será de 140 kg/cm², todos los resultados de los ensayos de compresión, a los 28 días, deberán cumplir con la resistencia requerida, como se especifique en planos. No más del 10 % de los resultados de los ensayos (a los 7 días y a los 28 días) deberán tener valores inferiores.

La cantidad de ensayos a realizar será de por lo menos uno (4 cilindros por ensayo, uno roto a los 7 días y los tres a los 28 días), para cada estructura individual.

Los ensayos que permitan ejercer el control de calidad de las mezclas de concreto, deberán ser efectuados por el fiscalizador, inmediatamente después de la descarga de las mezcladoras. El envío de los 4 cilindros para cada ensayo se hará en caja de madera.

Si el transporte del hormigón desde las hormigoneras hasta el sitio de vaciado fuera demasiado largo y sujeto a evaporación apreciable, se tomarán las muestras para las pruebas de consistencia y resistencia junto al sitio de la fundición.

La uniformidad de las mezclas, será controlada según la especificación ASTM - C39.

Su consistencia será definida por el fiscalizador y será controlada en el campo, ya sea por el método del factor de compactación del ACI, o por los ensayos de asentamiento, según ASTM - C143. En todo caso la consistencia del hormigón será tal que no se produzca la disgregación de sus elementos cuando se coloque en obra.

Siempre que las inspecciones y las pruebas indiquen que se ha producido la segregación de una amplitud que vaya en detrimento de la calidad y resistencia del hormigón, se revisará el diseño, disminuyendo la dosificación de agua o incrementando la dosis de cemento, o ambos. Dependiendo de esto, el asentamiento variará de 7 - 10cm.

El fiscalizador podrá rechazar un hormigón, si a su juicio, no cumple con la resistencia especificada, y será quien ordene la demolición de talo cual elemento.

Curado del Hormigón.

El constructor deberá contar con los medios necesarios para efectuar el control de la humedad, temperatura y curado del hormigón, especialmente durante los primeros días después de vaciado, a fin de garantizar un normal desarrollo del proceso de hidratación del cemento y de la resistencia del hormigón.

El curado del hormigón podrán ser efectuado siguiendo las recomendaciones del Comité 612 del ACI. De manera general, se podrá utilizar los siguientes métodos: esparcir agua sobre la superficie del hormigón ya suficientemente endurecida; utilizar mantas impermeables de papel, compuestos químicos líquidos que formen una membrana sobre la superficie del hormigón y que satisfaga las especificaciones ASTM - C309, también podrá utilizarse arena o aserrín en capas y con la suficiente humedad.

El curado con agua deberá realizarse durante un tiempo mínimo de 14 días y comenzará tan pronto como el hormigón haya endurecido.

Además de los métodos antes descritos, podrá curarse al hormigón con cualquier material saturado de agua, o por un sistema de tubos perforados, rociadores mecánicos, mangueras porosas o cualquier otro método que mantenga las superficies continuamente, no periódicamente, húmedas. Los encofrados que estuvieren en contacto con el hormigón fresco también deberán ser mantenidos húmedos, a fin de que la superficie del hormigón fresco, permanezca tan fría como sea posible.

El agua que se utilice en el curado, deberá satisfacer los requerimientos de las especificaciones para el agua utilizada en las mezclas de hormigón.

El curado de membrana, podrá ser realizado mediante la aplicación de algún dispositivo o compuesto sellante que forme una membrana impermeable que retenga el agua en la superficie del hormigón. El compuesto sellante será pigmentado en blanco y cumplirá los requisitos de la especificación ASTM C309, su consistencia y calidad serán uniformes para todo el volumen a utilizar.

El constructor, presentará los certificados de calidad del compuesto propuesto y no podrá utilizarlo si los resultados de los ensayos de laboratorio no son los deseados.

Reparaciones.

Cualquier trabajo de hormigón que no se halle bien conformado, sea que muestre superficies defectuosas, aristas faltantes, etc., al desencofrar, será reformado en el lapso de 24 horas después de quitados los encofrados.

Las imperfecciones serán reparadas por mano de obra experimentada bajo la aprobación y presencia del fiscalizador, y serán realizadas de tal manera que produzcan la misma uniformidad, textura y coloración del resto de las superficies, para estar de acuerdo con las especificaciones referentes a acabados.

Las áreas defectuosas deberán picarse, formando bordes perpendiculares y con una profundidad no menor a 2,5cm. El área a reparar deberá ser de por lo menos 225 cm², en caso de ser menor se picará en el lugar del daño hasta obtener el área mencionada.

Según el caso para las reparaciones se podrá utilizar pasta de cemento, morteros, hormigones, incluyendo aditivos, tales como ligantes, acelerantes, expansores, colorantes, cemento blanco, etc. Todas las reparaciones se deberán conservar húmedas por un lapso de 5 días.

Cuando la calidad del hormigón fuere defectuosa, todo el volumen comprometido deberá reemplazarse a satisfacción del fiscalizador.

Juntas de construcción

Las juntas de construcción deberán ser colocadas de acuerdo a los planos o lo que indique la fiscalización.

Donde se vaya a realizar una junta, la superficie de hormigón fundido debe dejarse dentada o áspera y será limpiada completamente mediante soplete de arena mojada, chorros de aire y agua a presión u otro método aprobado.

Las superficies de juntas encofradas serán cubiertas por una capa de 1cm de pasta de cemento puro, inmediatamente antes de colocar el hormigón nuevo.

Dicha parte será bien pulida con escobas en toda la superficie de la junta, en los rincones y huecos y entre las varillas de refuerzo saliente.

Tolerancias

El constructor deberá tener mucho cuidado en la correcta realización de las estructuras de hormigón, de acuerdo a las especificaciones técnicas de construcción y de acuerdo a los requerimientos de planos estructurales, deberá garantizar su estabilidad y comportamiento.

Tolerancia para estructuras de hormigón armado:

- Tolerancias para colocación de acero de refuerzo:

- ## Dosificación

164

C= Cemento

A = Arena

R = Ripio o grava

Ag. = Agua

Los agregados deben ser de buena calidad, libres de impurezas, materia orgánica, y tener adecuada granulometría.

El agua será libre de aceites, sales, ácidos y otras impurezas.

9.3 FORMA DE PAGO

El hormigón será medido en metros cúbicos con dos decimales de aproximación, determinándose directamente en la obra las cantidades correspondientes.

Las estructuras de hormigón prefabricado se medirán en unidades.

10 JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

10.1 DEFINICIÓN

Se entenderá por juntas de PVC, la cinta de ancho indicado en los planos y que sirve para impermeabilizar aquel plano de unión que forman dos hormigones que han sido vertidos en diferentes tiempos, que pertenecen a la misma estructura, y además tienen que formar un todo monolítico.

10.2 ESPECIFICACIONES

Las juntas de PVC serán puestas en los sitios y forma que indique los planos del proyecto y/o la fiscalización.

Los planos que formen las juntas de PVC estarán colocados en los puntos de mínimo esfuerzo cortante.

Antes de verter el hormigón nuevo las superficies de construcción serán lavadas y cepilladas con un cepillo de alambre y rociadas con agua, hasta que estén saturadas y mantenidas así hasta que el hormigón sea vaciado. Si la fiscalización así lo indica se pondrán chicotes de barras extras para garantizar de esta forma unión monolítica entre las partes.

10.3 FORMA DE PAGO

Las cintas o juntas de PVC serán medidas en metros lineales, con dos decimales de aproximación, determinándose directamente en obra las cantidades correspondientes.

El área de empate entre la estructura antigua y la nueva se medirá en metros cuadrados, con dos decimales de aproximación.

11 MORTEROS

11.1 DEFINICION

MORTERO

Mortero es la mezcla homogénea de cemento, arena y agua en proporciones adecuadas.

11.2 ESPECIFICACIONES

Los componentes de los morteros se medirán por volumen mediante recipientes especiales de capacidad conocida.

Se mezclarán convenientemente hasta que el conjunto resulte homogéneo en color y plasticidad, tenga consistencia normal y no haya exceso de agua.

El mortero podrá prepararse a mano o con hormigonera, según convenga de acuerdo con el volumen que se necesita.

En el primer caso la arena y el cemento, en las proporciones indicadas, se mezclarán en seco hasta que la mezcla adquiera un color uniforme, agregándose después la cantidad de agua necesaria para formar una pasta trabajable. Si el mortero se prepara en la hormigonera tendrá una duración mínima de mezclado de 1 ½ minutos. El mortero de cemento debe ser usado inmediatamente después de preparado, por ningún motivo debe usarse después de 40 minutos de preparado, ni tampoco rehumedecido, mucho menos de un día para otro.

La dosificación de los morteros varía de acuerdo a las necesidades siguientes:

- a) Masilla de dosificación 1:0, utilizada regularmente para alisar los enlucidos de todas las superficies en contacto con el agua.
- b) Mortero de dosificación 1:2, utilizado regularmente en enlucidos de obras de captación, superficies bajo agua, enlucidos de base y zócalos de pozos de revisión, con impermeabilizante para enlucidos de fosas de piso e interiores de paredes de tanques.
- c) Mortero de dosificación 1:3, utilizado regularmente en enlucidos de superficie en contacto con el agua, exteriores de paredes de tanques.
- d) Mortero de dosificación 1:6, utilizado regularmente para mamposterías sobre el nivel de terreno y enlucidos generales de paredes.
- e) Mortero de dosificación 1:7, utilizado regularmente para mamposterías de obras provisionales.

11.3 FORMA DE PAGO

Los morteros de hormigón no se medirán en metros cúbicos, con dos decimales de aproximación. Se determinaran las cantidades directamente en obras y en base de lo indicado en el proyecto y las órdenes del ingeniero fiscalizador.

12 SUMINISTRO, INSTALACIÓN DE TUBERÍA PLÁSTICA PVC ALCANTARILLADO.

12.1 DEFINICIÓN

Comprende el suministro, instalación y prueba de la tubería plástica para alcantarillado, la cual corresponde a conductos circulares provistos de un empalme adecuado, que garantice la hermeticidad de la unión, para formar en condiciones satisfactorias una tubería continua.

12.2 ESPECIFICACIONES

La tubería plástica a suministrar deberá cumplir con las siguientes normas:

- INEN 2059 segunda revisión "tubos de PVC rígido de pared estructurada e interior lisa y accesorios para alcantarillado"

Requisitos. El oferente presentará su propuesta para la tubería plástica, siempre sujetándose a la NORMA INEN 2059 SEGUNDA REVISIÓN, tubería de pared estructurada, en función de cada serie y diámetro, a fin de facilitar la construcción de las redes y permitir optimizar el mantenimiento del sistema de alcantarillado.

La superficie interior de la tubería deberá ser lisa. En el precio de la tubería a ofertar se deberán incluir las uniones correspondientes.

INSTALACIÓN Y PRUEBA DE LA TUBERÍA PLÁSTICA

Corresponde a todas las operaciones que debe realizar el constructor, para instalar la tubería y luego probarla, a satisfacción de la fiscalización.

Entiéndase por tubería de plástico todas aquellas tuberías fabricadas con un material que contiene como ingrediente principal una sustancia orgánica de gran peso molecular.

La tubería plástica de uso generalizado se fabrica de materiales termoplásticos.

Dada la poca resistencia relativa de la tubería plástica contra impactos, esfuerzos internos y aplastamientos, es necesario tomar ciertas precauciones durante el transporte y almacenaje.

Las pilas de tubería plástica deberán colocarse sobre una base horizontal durante su almacenamiento, y se las hará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. La altura de las pilas y en general la forma de almacenamiento será la que recomiende el fabricante.

Debe almacenarse la tubería de plástico en los sitios que autorice el ingeniero fiscalizador de la obra, de preferencia bajo cubierta, o protegida de la acción directa del sol o recalentamiento.

No se deberá colocar ningún objeto pesado sobre la pila de tubos de plástico.

Dado el poco peso y gran manejabilidad de las tuberías plásticas, su instalación es un proceso rápido. A fin de lograr el acoplamiento correcto de los tubos para los diferentes tipos de uniones, se tomará en cuenta lo siguiente:

Uniones de sello elastomérico:

Consisten en un acoplamiento de un manguito de plástico con ranuras internas para acomodar los anillos de caucho correspondientes.

La tubería termina en extremos lisos provistos de una marca que indica la posición correcta del acople.

Se coloca primero el anillo de caucho dentro del manguito de plástico en su posición correcta, previa limpieza de las superficies de contacto. Se limpia luego la superficie externa del extremo del tubo, aplicando luego el lubricante de pasta de jabón o similar.

Se enchufa la tubería en el acople hasta más allá de la marca. Después se retira lentamente las tuberías hasta que la marca coincide con el extremo del acople.

Procedimiento de instalación:

Las tuberías serán instaladas de acuerdo a las alineaciones y pendientes indicadas en los planos. Cualquier cambio deberá ser aprobado por el ingeniero fiscalizador.

La pendiente se dejará marcada en estacas laterales 1,00m fuera de la zanja, o con el sistema de dos estacas, una a cada lado de la zanja, unidas por una pieza de madera rígida y clavada horizontalmente de estaca a estaca y perpendicular al eje de la zanja.

La instalación de la tubería se hará de tal manera que en ningún caso se tenga una desviación mayor a 5,0 milímetros, de la alineación o nivel del proyecto. Cada pieza deberá tener un apoyo seguro y firme en toda su longitud, de modo que se colocará de tal forma que descansa en toda su superficie el fondo de la zanja, que se lo prepara previamente utilizando una cama de material granular fino, preferentemente arena. No se permitirá colocar los tubos sobre piedras, calzas de madera y/o soportes de cualquier otra índole.

La instalación de la tubería se comenzará por la parte inferior de los tramos y se trabajará hacia arriba, de tal manera que la campana quede situada hacia la parte más alta del tubo.

Los tubos serán cuidadosamente revisados antes de colocarlos en la zanja, rechazándose los deteriorados por cualquier causa.

Entre dos bocas de visita consecutivas la tubería deberá quedar en alineamiento recto, a menos que el tubo sea visitable por dentro o que vaya superficialmente, como sucede a veces en los colectores marginales.

No se permitirá la presencia de agua en la zanja durante la colocación de la tubería para evitar que flote o se deteriore el material pegante:

a) Adecuación del fondo de la zanja.

A costo del contratista, el fondo de la zanja en una altura no menor a 10cm en todo su ancho, debe adecuarse utilizando material granular fino, por ejemplo arena.

b) Juntas.

Las juntas de las tuberías de plástico serán las que se indica en la NORMA INEN 2059.- SEGUNDA REVISIÓN. El oferente deberá incluir en el costo de la tubería el costo de la junta que utilice para unir la tubería.

El interior de la tubería deberá quedar completamente liso y libre de suciedad y materias extrañas. Las superficies de los tubos en contacto deberán quedar rasantes en sus uniones. Cuando por cualquier motivo sea necesaria una suspensión de trabajos, deberá corcharse la tubería con tapones adecuados.

Una vez terminadas las juntas con pegamento, éstas deberán mantenerse libres de la acción perjudicial del agua de la zanja hasta que haya secado el material pegante; así mismo se las protegerá del sol.

A medida que los tubos plásticos sean colocados, será puesto a mano suficiente relleno de material fino compactado a cada lado de los tubos para mantenerlos en el sitio y luego se realizará el relleno total de las zanjas según las especificaciones respectivas.

Cuando por circunstancias especiales, en el lugar donde se construya un tramo de alcantarillado esté la tubería a un nivel inferior del nivel freático, se tomarán cuidados especiales en la impermeabilidad de las juntas, para evitar la infiltración y la exfiltración.

La impermeabilidad de los tubos plásticos y sus juntas, serán probados por el constructor en presencia del ingeniero fiscalizador y según lo determine este último, en una de las dos formas siguientes:

Las juntas en general, cualquiera que sea la forma de empate, deberán llenar los siguientes requisitos:

- Impermeabilidad o alta resistencia a la filtración para lo cual se harán pruebas cada tramo de tubería entre pozo y pozo de visita, cuando más.
- Resistencia a la penetración, especialmente de las raíces.
- Resistencia a roturas.
- Posibilidad de poner en uso los tubos, una vez terminada la junta.
- Resistencia a la corrosión especialmente por el sulfuro de hidrógeno y por los ácidos.
- No deben ser absorbentes.
- Economía de costos de mantenimiento.

PRUEBA HIDROSTÁTICA ACCIDENTAL

Esta prueba consistirá en dar a la parte más baja de la tubería, una carga de agua que no excederá de un tirante de 2 m. Se hará anclando con relleno de material producto de la excavación, la parte central de los tubos y dejando completamente libre las juntas de los mismos. Si las juntas están defectuosas y acusaran fugas, el constructor procederá a descargar las tuberías y rehacer las juntas defectuosas. Se repetirán estas pruebas hasta que no existan fugas en las juntas y el ingeniero fiscalizador quede satisfecho. Esta prueba hidrostática accidental se hará solamente en los casos siguientes:

Cuando el ingeniero fiscalizador tenga sospechas fundadas de que las juntas están defectuosas.

Cuando el ingeniero fiscalizador, reciba provisionalmente, por cualquier circunstancia un tramo existente entre pozo y pozo de visita.

Cuando las condiciones del trabajo requieran que el constructor rellene zanjas en las que, por cualquier circunstancia, se puedan ocasionar movimientos en las juntas; en este último caso el relleno de las zanjas servirá de anclaje de la tubería.

PRUEBA HIDROSTÁTICA SISTEMÁTICA

Esta prueba se hará en todos los casos en que no se haga la prueba accidental. Consiste en vaciar, en el pozo de visita aguas arriba del tramo por probar, el contenido de 5 m³ de agua, que desagüe al mencionado pozo de visita con una manguera de 15cm (6") de diámetro, dejando correr el agua libremente a través del tramo a probar. En el pozo de visita aguas abajo, el contratista colocará una bomba para evitar que se forme un tirante de agua. Esta prueba tiene por objeto comprobar que las juntas estén bien hechas, ya que de no ser así presentarían fugas en estos sitios. Esta prueba debe hacerse antes de rellenar las zanjas. Si se encuentran fallas o fugas en las juntas al efectuar la prueba, el constructor procederá a reparar las juntas defectuosas, y se repetirán las pruebas hasta que no se presenten fallas y el ingeniero fiscalizador apruebe.

El ingeniero fiscalizador solamente recibirá del constructor tramos de tubería totalmente terminados entre pozo y pozo de visita o entre dos estructuras sucesivas que formen parte del alcantarillado; habiéndose verificado previamente la prueba de permeabilidad y comprobado que la tubería se encuentra limpia, libre de escombros u obstrucciones en toda su longitud.

12.3 FORMA DE PAGO

El suministro, instalación y prueba de las tuberías de plástico se medirá en metros lineales, con dos decimales de aproximación. Su pago se realizará a los precios estipulados en el contrato.

Se tomará en cuenta solamente la tubería que haya sido aprobada por la fiscalización. Las muestras para ensayo que utilice la fiscalización y el costo del laboratorio, son de cuenta del contratista.

13 CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE REVISIÓN

13.1 DEFINICIÓN

Se entenderán por pozos de revisión, las estructuras diseñadas y destinadas para permitir el acceso al interior de las tuberías o colectores de alcantarillado, especialmente para limpieza, incluye material, transporte e instalación.

13.2 ESPECIFICACIONES

Los pozos de revisión serán construidos en donde señalen los planos y/o el ingeniero fiscalizador durante el transcurso de la instalación de tuberías o Construcción de colectores.

Los pozos de revisión se construirán de acuerdo a los planos del proyecto, tanto los de diseño común como los de diseño especial que incluyen a aquellos que van sobre los colectores

La construcción de la cimentación de los pozos de revisión deberá hacerse previamente a la colocación de la tubería o colector, para evitar que se tenga que excavar bajo los extremos.

Todos los pozos de revisión deberán ser construidos en una fundación adecuada, de acuerdo a la carga que estos producen y de acuerdo a la calidad del terreno soportante.

Se usarán para la construcción los planos de detalle existentes. Cuando la subrasante está formada por material poco resistente, será necesario renovarla y reemplazarla por material granular, o con hormigón de espesor suficiente para construir una fundación adecuada en cada pozo.

Los pozos de revisión serán construidos de hormigón simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y de acuerdo a los diseños del proyecto.

En la planta de los pozos de revisión se realizarán los canales de media caña correspondientes, debiendo pulirse y acabarse perfectamente de acuerdo con los planos. Los canales se realizarán con uno de los procedimientos siguientes:

- Al hacerse el fundido del hormigón de la base se formarán directamente las "medias cañas", mediante el empleo de cerchas.
- Se colocarán tuberías cortadas a "media caña" al fundir el hormigón, para lo cual se continuarán dentro del pozo los conductos de alcantarillado, colocando después del hormigón de la base, hasta la mitad de los conductos del alcantarillado, cortándose la mitad superior de los tubos después de que se endurezca suficientemente el hormigón. La utilización de este método no implica el pago adicional de longitud de tubería.

Para la construcción, los diferentes materiales se sujetarán a lo especificado en los numerales correspondientes de estas especificaciones y deberá incluir en el costo de este rubro los siguientes materiales: hierro, cemento, agregados, agua, encofrado del pozo, cerco y tapa de hierro fundido.

Se deberá dar un acabado liso a la pared interior del pozo, en especial al área inferior ubicada hasta un metro del fondo.

Para el acceso por el pozo se dispondrá de estribos o peldaños formados con varillas de hierro de 16mm de diámetro, con recorte de aleta en las extremidades para empotrarse, en una longitud de 20cm y colocados a 40cm de espaciamiento; los peldaños irán debidamente empotrados y asegurados formando un saliente de 15cm por 30cm de ancho, deberán ser pintados con dos manos de pintura anticorrosiva y deben colocarse en forma alternada.

La construcción de los pozos de revisión incluye la instalación del cerco y la tapa. Los cercos y tapas pueden ser de hierro fundido u hormigón armado.

Los cercos y tapas de hierro fundido cumplirán con la Norma ASTM-C48 tipo C. La armadura de las tapas de hormigón armado estará de acuerdo a los respectivos planos de detalle y el hormigón será de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$.

La construcción de los pozos de revisión incluye los peldaños para su acceso con acero de refuerzo fy de 4200Kg/cm2.

13.3 FORMA DE PAGO

La construcción de los pozos de revisión se medirá en unidades, determinándose en obra el número construido de acuerdo al proyecto y órdenes del ingeniero fiscalizador, de conformidad a los diversos tipos y profundidades.

La construcción del pozo incluye: losa de fondo, paredes, estribos, cerco y tapa de hierro fundido.

La altura que se indica en estas especificaciones corresponde a la altura libre del pozo.

El pago se hará con los precios unitarios estipulados en el contrato.

14 CONSTRUCCIÓN SUMIDEROS DE CALZADA

14.1 DEFINICIÓN

Se entiende por sumideros de calzada o de acera, la estructura que permite la concentración y descarga del agua lluvia a la red de alcantarillado. El constructor deberá realizar todas las actividades para construir dichas estructuras, de acuerdo con los planos de detalle y en los sitios que indique el proyecto y/u ordene el ingeniero fiscalizador, incluye suministro, transporte e instalación.

14.2 ESPECIFICACIONES

Los sumideros de calzada para aguas lluvias serán construidos en los lugares señalados en los planos y de acuerdo a los perfiles longitudinales transversales y planos de detalles; estarán localizados en la parte más baja de la calzada favoreciendo la concentración de aguas lluvias en forma rápida e inmediata.

Los sumideros de calzada irán localizados en la calzada propiamente dicha, junto al bordillo o cinta gotera y generalmente al iniciarse las curvas en las esquinas.

Los sumideros se conectarán directamente a los pozos de revisión y únicamente en caso especial o detallado en los planos a la tubería. El tubo de conexión deberá quedar perfectamente recortado en la pared interior del pozo formando con este una superficie lisa.

Para el enchufe en el pozo no se utilizarán piezas especiales y únicamente se realizará el orificio en el mismo, a fin de obtener el enchufe mencionado.

La conexión del sumidero al pozo será mediante tubería de 315mm de diámetro. En la instalación de la tubería se deberá cuidar que la pendiente no sea menor del 2% ni mayor del 20%.

El cerco y rejilla se asentarán en los bordes del sumidero utilizando mortero cemento arena 1:3 Se deberá tener mucho cuidado en los niveles de tal manera de obtener superficies lisas en la calzada.

Rejilla

De acuerdo con los planos de detalle, las rejillas deben tener una sección de 0,60 m x 1,00m , las rejillas se colocarán sujetas al cerco mediante goznes de seguridad con pasadores de $d=1,60\text{cm}$ puestos a presión a través de los orificios dejados en el cerco.

La fundición de hierro gris será de buena calidad, de grano uniforme, sin protuberancias, cavidades, ni otros defectos que interfieran con su uso normal. Todas las piezas serán limpiadas antes de su inspección y luego cubiertas por una capa gruesa de pintura bitumástica uniforme, que en frío de una consistencia tenaz y elástica (no vidriosa).

La fundición de los cercos y rejillas de hierro fundido para alcantarillado debe cumplir con la Norma ASTM A 48.

14.3 FORMA DE PAGO

La construcción de sumideros de calzada o acera, en sistemas de alcantarillado, se medirá en unidades. Al efecto se determinará en obra el número de sumideros construidos de acuerdo a los planos y/o órdenes del ingeniero fiscalizador.

En el precio unitario se deberá incluir materiales como cemento, agregados, encofrado, el cerco y la rejilla (en el caso de que el rubro considere la provisión del cerco y la rejilla). Se deberá dar un acabado liso a las paredes interiores del sumidero.

15 TAPAS Y CERCOS

15.1 DEFINICIÓN

Se entiende por colocación de cercos y tapas, al conjunto de operaciones necesarias para poner en obra, las piezas especiales que se colocan como remate de los pozos de revisión y los ingresos a las plantas de tratamiento a nivel de la calzada.

15.2 ESPECIFICACIONES

Los cercos y tapas para los pozos de revisión serán de hormigón armado; su localización y tipo a emplear se indican en los planos respectivos.

Las tapas de hormigón armado deben ser diseñadas y construidas para el trabajo al que van a ser sometidas, el acero de refuerzo será de resistencia $f_y = 4200$ kg/cm² y el hormigón mínimo de $f'_c = 210$ kg/cm².

Los cercos y tapas deben colocarse perfectamente nivelados con respecto a pavimentos y aceras; serán asentados con mortero de cemento-arena de proporción 1:3.

15.3 FORMA DE PAGO

Los cercos y tapas de pozos de revisión serán medidos en unidades, determinándose su número en obra y de acuerdo con el proyecto y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador.

16 GAVIONES

16.1 DEFINICIÓN

Los gaviones son cajas de forma rectangular fabricadas con malla de alambre reforzado, galvanizado y de triple torsión.

16.2 ESPECIFICACIONES

El diámetro de alambre galvanizado de triple torsión reforzado que se utilizará en la fabricación de gaviones será de 2,4mm y la resistencia a la ruptura del alambre no será menor de 42 kg/cm². El alambre galvanizado tendrá un peso de recubrimiento de zinc no menor a 225 gr/m² de superficie. Las aristas de los gaviones deberán rematarse con alambre galvanizado reforzado de un diámetro superior en un 20% como mínimo al diámetro del alambre utilizado en cada tipo de malla.

Para el cocido y atirantado de los gaviones se utilizará alambre galvanizado de un diámetro mínimo de 2,4mm. El PVC para revestimiento deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- Gravedad específica: en el rango de 1,30 hasta 1,35 al ensayarse de acuerdo con el método de prueba 0792 de la norma ASTM, designación A975-97.
- Resistencia a la tensión: no menor a 20Mpa.
- Módulo de elasticidad: no debe ser menor que 18Mpa, al ensayarse de acuerdo con el método de prueba D412 de la norma ASTM A975-97.

- Dureza: designación Shore "O", entre 50 y 60, al ensayarse de acuerdo con el método de prueba D2240.
- Temperaturas de fragilidad: éstas no deben ser mayores de -9° centígrados, al ensayarse de acuerdo con el método de prueba D74
- Resistencia a la abrasión: el porcentaje de pérdida de peso, debe ser menor al 12%, al ensayarse de acuerdo con el método de prueba D1242.
- Exposición al rociado con niebla salina y exposición a la luz de rayos ultravioleta: el PVC no debe mostrar efectos de exposición a la luz de rayos ultravioleta después de 3000 horas, al ensayarse con el método de práctica D1499. Después de la prueba, el revestimiento de PVC no debe agrietarse, abombarse o partirse, así como no debe mostrar ningún cambio notable en el color. Añadiendo que la gravedad específica, resistencia a la tensión, dureza y resistencia a la abrasión, no deben mostrar cambios mayores al 65%, 25%, 10% y 10% respectivamente de sus valores iniciales.
- El revestimiento de PVC no debe partirse o agrietarse, después que los alambres se hayan torcido para la fabricación de malla.
- Resistencia al rociado con niebla salina para los sujetadores: después de haber ensayado los sujetadores, aristas reforzadas o alambre de malla que se confina junto con los sujetadores, éstos no deben mostrar puntos de oxidación en ninguna de sus partes, excluyendo las puntas terminales.
- El espesor del revestimiento de PVC debe ser mínimo de 0,4mm por cada lado del alambre, lo que resulta un espesor total mínimo de 0,8mm adicional al diámetro del alambre.

Los gaviones serán rellenos con piedra natural o canto rodado que no tengan en su composición agentes corrosivos.

El elemento de relleno elegido deberá ser resistente a la acción del agua y de la intemperie, de forma regular y tamaño superior a la abertura del tipo de malla que se utilice en cada caso.

La piedra deberá ser resistente a la abrasión y tener un peso específico relativo mínimo de 2,5.

El primer gavión debe ir enterrado en el suelo a una profundidad de 0,40m a 0,50m de acuerdo al tipo de suelo. Una vez acomodado el primer gavión, debe ser llenado con la piedra, procurando que quede el menor volumen posible de huecos, para lo que se deberá ir colocando las piedras más pequeñas entre las grandes, apisonándolas para que se acomoden mejor.

Una vez lleno, se cerrará el gavión con el alambre. Deben amarrarse uno a otro para que puedan formar un solo cuerpo y obtener una mejor estabilidad.

Al colocarse los gaviones se deberá cuidar que éstos queden traslapados, tanto horizontal como verticalmente, a fin de evitar la formación de fallas continuas a lo largo y alto del muro correspondiente.

16.3 FORMA DE PAGO

La unidad de medida de este rubro será el metro cúbico y se pagará de acuerdo al precio unitario estipulado en el contrato.

4.2 VIABILIDAD ECONÓMICA Y FINANCIERA

4.2.1 SUPUESTOS UTILIZADOS PARA EL CÁLCULO

- Los precios proporcionados por la Cámara de la Construcción de Quito actualizados al mes de diciembre 2012
- Costo de mano de obra en base al Código del Trabajo y la Contraloría General del Estado
- Rendimientos promedio de mano de obra
- Rendimiento promedio de equipos y maquinaria

4.2.2 IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE INGRESOS BENEFICIOS Y COSTOS (INVERSIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO)

Los beneficios en este tipo de proyectos son altos desde el punto de vista social, y desde el punto de vista económico, mismos que serán detallados a continuación en el análisis económico financiero del proyecto.

4.2.2.1 Presupuesto y programación de obra

4.2.2.1.1 Estimación de volúmenes de obra

Los volúmenes de obra se determinaron a partir de los planos digitales utilizando el sistema de unidades internacional (SI)

El presupuesto de las dos alternativas se indica en el **anexo No. 27**, se obtuvo en función de los volúmenes de obra, la mano de obra, tipo de maquinaria que se encuentra indicado en el cálculo de precios unitarios

4.2.2.1.2 Determinación de la alternativa más viable

Después de determinar el presupuesto para las dos alternativas propuestas (tanto para alcantarillado separado como combinado) se obtuvo los valores indicados en la tabla 4.43.

Se decidió que la alternativa más viable es la alternativa 2 pues está en relación al tema económico (menor costo en maquinaria, mano de obra, materiales, inclusive en volúmenes de obra), constructivo (menor tiempo de ejecución, cumplimiento de plazos establecidos), operacional y mantenimiento (es una sola red de tuberías en todo el proyecto operando se reduce el costo en mano de obra para éste proceso).

Alternativa 1	Costo (dólar)	Alternativa 2	Costo (dólar)
Alcantarillado sanitario	367352.87	Alcantarillado combinado	580991.78
Plantas de Tratamiento	82729.10	Plantas de Tratamiento	86083.30
Alcantarillado Pluvial	532805.01		
Total	982886.98	Total	667075.08

Tabla 4.43.- Comparación de costos de las alternativas de diseño

Fuente: Los autores

4.2.2.1.3 Análisis de precios unitarios

Para éste análisis indicado en el **anexo No. 26** se utilizó el programa pro Excel. Los rubros aquí determinados son utilizados para los presupuestos de las dos alternativas, es decir solo se realiza un análisis del precio unitario por rubro.

4.2.2.2 Análisis económico

4.2.2.2.1 Beneficios sociales del proyecto

A continuación se describe el proceso para cuantificar los beneficios del proyecto:

1. Identificación y explicación de los beneficios sociales a ser generados por el proyecto
2. Definir los beneficios que pueden ser valorados; y,
3. Proceso de valoración

DESARROLLO

1. Identificación de los beneficios que va a generar el proyecto

- Reducción de los índices de morbilidad (enfermedades) y mortalidad en el sector.
- Evitar epidemiologías que se transfieran al resto del país.
- Evitar impactos ambientales negativos en el medio.
- Apoya al fomento del turismo debido al aumento de la plusvalía del sector.

- Generación de fuentes de trabajo
 - Tiempo (mismo que puede ser empleado por los miembros de la familia en otras actividades, que ayudarían a la economía familiar o mayor tiempo de los niños para estudiar o realizar alguna labor en casa).
2. Selección de beneficios a ser valorados
- Reducción de los índices de morbilidad (enfermedades) y mortalidad en el sector.
 - Generación de fuentes de trabajo
 - Proceso de Valoración de resultados:

Supuestos utilizados

Se tiene una valoración aproximada de acuerdo a las estadísticas obtenidas en el Sub Centro de Salud La Esperanza

A partir de la tabla 13 se obtuvo la tabla 4.44 de datos inicial:

Valoración	Unidad	Cantidad
Cobertura	%	84
incidencia/persona enferma	veces/año	3
casos por mal manejo de Aguas residuales y pluviales(C.M.M.A.R.P)	%	55

Tabla 4.44.- Valoración de supuestos

Fuente: Los autores

Donde:

El 55% de la población se enferma por la carencia del proyecto

Solo 84% de la población enferma visita al médico

20,00 dólares cuesta la consulta

El 90% de la población que visita al médico compra medicinas

El 90% de las personas que visitan al médico se realiza exámenes de laboratorio

20,00 dólares cuesta cada examen

Por lo tanto entre los beneficios cuantificables sociales del proyecto se tiene que la población tendrá un ahorro económico, considerando que en dicha actividad se incluye: Traslado, consulta médica, exámenes médicos y medicina.

El costo por visita al sub centro de salud se determina en la tabla 4.45

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo/Unit	Costo/Total
Traslado	u.	1	10	10
Consulta medica	u.	1	20	20
Exámenes médicos	u.	0,9	20	18
Medicina	u.	0,9	25	23
Total gastos (Dólares)				71

Tabla 4.45.- Costos por visita al médico

Fuente: Los autores

El costo por visita al sub centro de salud es 71 dólares por persona enferma.

El Costo anual total antes de la realización del proyecto (C.a.a.r.p) se obtiene de la siguiente manera y se indica en la tabla 4.46:

Hab. Enfermos= (hab/año)*(C.M.M.A.R.P)*cobertura

C.a.a.r.p= \sum (hab. Enfermos*total de gastos por persona*incidencia+total de ingresos por empleo)

Años	Año	Hab.	Hab. enfermos	Costo/total
0	2012	845	390	87816
1	2013	853	394	88598
2	2014	862	398	89477
3	2015	871	402	90357
4	2016	879	406	91139
5	2017	888	410	92018
6	2018	897	414	92897
7	2019	906	419	93777
8	2020	915	423	94656
9	2021	924	427	95536
10	2022	933	431	96415
11	2023	943	436	97392

12	2024	952	440	98272
13	2025	962	444	99249
14	2026	971	449	100128
15	2027	981	453	101105
16	2028	991	458	102082
17	2029	1001	462	103060
18	2030	1011	467	104037
19	2031	1021	472	105014
20	2032	1031	476	105991
21	2033	1041	481	106968
22	2034	1052	486	108043
23	2035	1062	491	109020
24	2036	1073	496	110095
25	2037	1084	501	111170
26	2038	1094	505	112147
27	2039	1105	511	113222
28	2040	1116	516	114297
29	2041	1128	521	115469
30	2042	1139	526	116544
C.t.a.r.p. en dólares				3145988

Tabla 4.46.- Costo anual antes de la realización del proyecto

Fuente: Los autores

4.2.2.2.2 Determinación del monto requerido de ingresos

Para determinar el monto requerido de ingreso se consideró el costo por remuneraciones indicado en la tabla 4.47, el costo por materiales y herramientas que se indica en la tabla 4.48

Personal	Cant.	Rem. mensual	% Trabajo	Mantenimiento/año	Rem. anual
Ingeniero Sanitario	1	800	10%	2 veces	160
Operador	1	350	100%	2 veces	700
Ayudante	8	274,3	100%	2 veces	4.388,80
TOTAL	10				5.248,80

Tabla 4.47.- Costo anual por mantenimiento del sistema

Fuente: Los autores

Cabe señalar que no se considera el sueldo de recaudador, secretaria, ni gastos administrativos pues la recaudación realizara la junta de agua potable que actualmente se encuentra constituida y operando.

Material	Unidad	Cantidad	P. unitario	Vida útil	T. anual (\$)
Carretilla	unidad	2	57,32	1	114,64
Pico	unidad	6	15,94	1	95,64
Pala	unidad	6	13,83	1	82,98
Machete	unidad	6	7,81	1	46,86
Barra	unidad	6	20,35	2	244,2
tuberías	unidad	1	20	1	20
TOTAL					604,32

Tabla 4.48.- Costo anual por materiales y herramientas para el mantenimiento del sistema

Fuente: Los autores

El resumen de costos anual por mantenimiento del sistema se indica en la tabla 4.49

Concepto	Valor (\$)
remuneraciones	5.248,80
materiales y herramientas	604,32
TOTAL	5.853,12

Tabla 4.49.- Costo anual por mantenimiento del sistema

Fuente: Los autores

El sistema de alcantarillado diseñado beneficiará inicialmente a 180 viviendas indicadas en la tabla 4.50. Se divide el costo total para el número de familias beneficiarias el costo por vivienda es de 2.71 dólares (cuota mensual necesaria para cubrir los costos de operación y mantenimiento del sistema de aguas servidas) durante la vida útil del proyecto. El número de viviendas se obtuvo de los planos topográficos

Lamina	casas
1	31
2	64
3	11
4	56
5	18
TOTAL	180,00

Tabla 4.50.- Número de viviendas del proyecto

Fuente: Los autores

COSTO/ VIVIENDA ANUAL (\$)=**5.853,12 /180** = 32.52

COSTO/ VIVIENDA MENSUAL (\$) = 32.52/12=2.71

Para los siguientes años se estima un incremento promedio anual en base a la inflación proyectada en el Ecuador del 4,5% del costo total de operación y mantenimiento.

No. año	Año	Valor (\$)	Viviendas	Costo / vivienda
0	2012	5.853,12	180	32,52
1	2013	6.116,51	181	33,79
2	2014	6.391,75	183	34,93
3	2015	6.679,38	184	36,3
4	2016	6.979,95	186	37,53
5	2017	7.294,05	187	39,01
6	2018	7.622,28	189	40,33
7	2019	7.965,29	190	41,92
8	2020	8.323,73	192	43,35
9	2021	8.698,29	193	45,07
10	2022	9.089,72	195	46,61
11	2023	9.498,75	196	48,46
12	2024	9.926,20	198	50,13
13	2025	10.372,88	199	52,13
14	2026	10.839,66	201	53,93
15	2027	11.327,44	202	56,08
16	2028	11.837,18	204	58,03
17	2029	12.369,85	205	60,34
18	2030	12.926,49	207	62,45
19	2031	13.508,18	208	64,94
20	2032	14.116,05	210	67,22
21	2033	14.751,27	211	69,91
22	2034	15.415,08	213	72,37
23	2035	16.108,76	214	75,27
24	2036	16.833,65	216	77,93
25	2037	17.591,17	217	81,07
26	2038	18.382,77	219	83,94
27	2039	19.210,00	220	87,32
28	2040	20.074,45	222	90,43
29	2041	20.977,80	223	94,07
30	2042	21.921,80	225	97,43

Tabla 4.51.- Costos para la vida útil del proyecto

Fuente: Los autores

El costo promedio por año es de 61,16 dólares

4.2.2.2.3 Ingreso por uso del servicio de alcantarillado

Para determinar los ingresos a ser generados por el proyecto se toma el costo para el año 30 del proyecto y se divide para el número de meses de operación al año que es 12, entonces la tarifa mensual por familia es de 8,12 dólares (cuota necesaria para cubrir los costos de operación y mantenimiento del sistema de aguas servidas) que representa aproximadamente el 2,6% del ingreso promedio familiar asumido como 312 dólares que es un sueldo básico familiar.

Este indicador se encuentra por debajo de lo estimado por la organización panamericana de la salud (OPS), que reporta que la zona rural presenta una proporción del 80% del ingreso o gasto familiar. Se informó que ésta cifra podría variar con los costos estimados por el expediente técnico, se informó también que el proyecto no consta con acometidas domiciliarias pues dependerán de cada usuario del servicio. Los ingresos generados por el proyecto anualmente se indica en la tabla 4.52

Año	Valor (\$)
2012	17.537,44
2013	17.634,87
2014	17.829,73
2015	17.927,16
2016	18.122,02
2017	18.219,45
2018	18.414,31
2019	18.511,74
2020	18.706,60
2021	18.804,03
2022	18.998,89
2023	19.096,32
2024	19.291,18
2025	19.388,61
2026	19.583,47
2027	19.680,90
2028	19.875,76

2029	19.973,19
2030	20.168,05
2031	20.265,48
2032	20.460,34
2033	20.557,77
2034	20.752,63
2035	20.850,06
2036	21.044,92
2037	21.142,35
2038	21.337,22
2039	21.434,65
2040	21.629,51
2041	21.726,94
2042	21.921,80

Tabla 4.52.- Ingresos generados por el proyecto

Fuente: Los autores

4.2.2.2.4 Identificación, cuantificación y valoración de ingresos, beneficios y costos

Ingresos: En el numeral 4.2.2.2.3 se indica los ingresos generados por el proyecto a lo largo de su vida útil.

Beneficios: En el numeral 4.2.2.2.1 se indica que el ahorro por mejoramiento de calidad de vida al final del proyecto es de 1346. 552 miles de dólares

Costos: En el numeral 4.2.2.2 se obtiene el costo de la inversión.

4.2.3 FLUJOS FINANCIEROS Y ECONÓMICOS

Para determinar el flujo de caja financiero se considera el porcentaje de recuperación del 8.7% de la inversión total, mismo que se indica en la tabla 4.53 y para obtener el flujo de caja económico se considera la recuperación del 100% de la inversión el cual se indica en la tabla 4.54.

FLUJO DE CAJA FINANCIERO							
RUBROS	AÑOS						
	0	1	2	3	4	5	6
INGRESOS							
Ing. x tarifa	0	17.634,87	17.829,73	17.927,16	18.122,02	18.219,45	18.414,31
TOTAL BEN. (B)	-	17.634,87	17.829,73	17.927,16	18.122,02	18.219,45	18.414,31
EGRESOS							
Inversión	58.035,53						
Costos O&M	0	6.116,51	6.391,75	6.679,38	6.979,95	7.294,05	7.622,28
TOTAL COST (C)	58.035,53	6.116,51	6.391,75	6.679,38	6.979,95	7.294,05	7.622,28
F. N. CAJA (B-C)	- 58.035,53	11.518,36	11.437,97	11.247,78	11.142,06	10.925,40	10.792,02

RUBROS	AÑOS						
	7	8	9	10	11	12	13
INGRESOS							
Ing. x tarifa	18.511,74	18.706,60	18.804,03	18.998,89	19.096,32	19.291,18	19.388,61
TOTAL BEN. (B)	18.511,74	18.706,60	18.804,03	18.998,89	19.096,32	19.291,18	19.388,61
EGRESOS							
Inversión							
Costos O&M	7.965,29	8.323,73	8.698,29	9.089,72	9.498,75	9.926,20	10.372,88
TOTAL COST (C)	7.965,29	8.323,73	8.698,29	9.089,72	9.498,75	9.926,20	10.372,88
F. N. CAJA (B-C)	10.546,45	10.382,87	10.105,74	9.909,17	9.597,57	9.364,98	9.015,73

RUBROS	AÑOS						
	14	15	16	17	18	19	20
INGRESOS							
Ing. x tarifa	19.583,47	19.680,90	19.875,76	19.973,19	20.168,05	20.265,48	20.460,34
TOTAL BEN. (B)	19.583,47	19.680,90	19.875,76	19.973,19	20.168,05	20.265,48	20.460,34
EGRESOS							
Inversión							
Costos O&M	10.839,66	11.327,44	11.837,18	12.369,85	12.926,49	13.508,18	14.116,05
TOTAL COST (C)	10.839,66	11.327,44	11.837,18	12.369,85	12.926,49	13.508,18	14.116,05
F. N. CAJA (B-C)	8.743,82	8.353,46	8.038,59	7.603,34	7.241,56	6.757,30	6.344,29

RUBROS	AÑOS						
	21	22	23	24	25	26	27
INGRESOS							
Ing. x tarifa	20.557,77	20.752,63	20.850,06	21.044,92	21.142,35	21.337,22	21.434,65
TOTAL BEN. (B)	20.557,77	20.752,63	20.850,06	21.044,92	21.142,35	21.337,22	21.434,65
EGRESOS							
Inversión							
Costos O&M	14.751,27	15.415,08	16.108,76	16.833,65	17.591,17	18.382,77	19.210,00
TOTAL COST (C)	14.751,27	15.415,08	16.108,76	16.833,65	17.591,17	18.382,77	19.210,00
F. N. CAJA (B-C)	5.806,50	5.337,55	4.741,30	4.211,27	3.551,19	2.954,44	2.224,65

RUBROS	AÑOS		
	28	29	30
INGRESOS			
Ing. x tarifa	21.629,51	21.726,94	21.921,80
TOTAL BEN. (B)	21.629,51	21.726,94	21.921,80
EGRESOS			
Inversión			
Costos O&M	20.074,45	20.977,80	21.921,80
TOTAL COST (C)	20.074,45	20.977,80	21.921,80
F. N. CAJA (B-C)	1.555,06	749,14	-

Tabla 4.53.- Flujo de caja financiero

Fuente: Los autores

FLUJO DE CAJA ECONÓMICO							
RUBROS	AÑOS						
	0	1	2	3	4	5	6
INGRESOS							
Ing. x tarifa	-	17.634,87	17.829,73	17.927,16	18.122,02	18.219,45	18.414,31
Benef. Valorados	-	88.597,99	89.477,41	90.356,82	91.138,53	92.017,94	92.897,36
TOTAL BEN. (B)	-	106.232,86	107.307,13	108.283,98	109.260,55	110.237,39	111.311,67
EGRESOS							
Inversión	667.075,08						
Costos O&M	-	6.116,51	6.391,75	6.679,38	6.979,95	7.294,05	7.622,28
TOTAL COST (C)	667.075,08	6.116,51	6.391,75	6.679,38	6.979,95	7.294,05	7.622,28
F. N. CAJA (B-C)	(667.075,08)	100.116,35	100.915,38	101.604,60	102.280,59	102.943,34	103.689,39

RUBROS	AÑOS						
	7	8	9	10	11	12	13
INGRESOS							
Ing. x tarifa	18.511,74	18.706,60	18.804,03	18.998,89	19.096,32	19.291,18	19.388,61
Benef. Valorados	93.776,78	94.656,20	95.535,61	96.415,03	97.392,16	98.271,58	99.248,71
TOTAL BEN. (B)	112.288,52	113.362,79	114.339,64	115.413,92	116.488,48	117.562,76	118.637,32
EGRESOS							
Inversión							
Costos O&M	7.965,29	8.323,73	8.698,29	9.089,72	9.498,75	9.926,20	10.372,88
TOTAL COST (C)	7.965,29	8.323,73	8.698,29	9.089,72	9.498,75	9.926,20	10.372,88
F. N. CAJA (B-C)	104.323,23	105.039,07	105.641,35	106.324,20	106.989,73	107.636,56	108.264,44

RUBROS	AÑOS						
	14	15	16	17	18	19	20
INGRESOS							
Ing. x tarifa	19.583,47	19.680,90	19.875,76	19.973,19	20.168,05	20.265,48	20.460,34
Benef. Valorados	100.128,12	101.105,25	102.082,38	103.059,51	104.036,64	105.013,77	105.013,77
TOTAL BEN. (B)	119.711,59	120.786,15	121.958,15	123.032,71	124.204,70	125.279,26	125.474,12
EGRESOS							
Inversión							
Costos O&M	10.839,66	11.327,44	11.837,18	12.369,85	12.926,49	13.508,18	14.116,05
TOTAL COST (C)	10.839,66	11.327,44	11.837,18	12.369,85	12.926,49	13.508,18	14.116,05
F. N. CAJA (B-C)	108.871,94	109.458,71	110.120,97	110.662,86	111.278,20	111.771,07	111.358,06

RUBROS	AÑOS						
	21	22	23	24	25	26	27
INGRESOS							
Ing. x tarifa	20.557,77	20.752,63	20.850,06	21.044,92	21.142,35	21.337,22	21.434,65
Benef. Valorados	105.990,90	106.968,03	108.042,88	109.020,01	110.094,85	111.169,69	112.146,82
TOTAL BEN. (B)	126.548,68	127.720,67	128.892,94	130.064,93	131.237,20	132.506,91	133.581,47
EGRESOS							
Inversión							
Costos O&M	14.751,27	15.415,08	16.108,76	16.833,65	17.591,17	18.382,77	19.210,00
TOTAL COST (C)	14.751,27	15.415,08	16.108,76	16.833,65	17.591,17	18.382,77	19.210,00
F. N. CAJA (B-C)	111.797,40	112.305,59	112.784,18	113.231,28	113.646,04	114.124,14	114.371,47

RUBROS	AÑOS		
	28	29	30
INGRESOS			
Ing. x tarifa	21.629,51	21.726,94	21.921,80
Benef. Valorados	113.221,67	114.296,51	115.469,06
TOTAL BEN. (B)	134.851,17	136.023,44	137.390,86
EGRESOS			
Inversión			
Costos O&M	20.074,45	20.977,80	21.921,80
TOTAL COST (C)	20.074,45	20.977,80	21.921,80
F. N. CAJA (B-C)	114.776,73	115.045,65	115.469,06

Tabla 4.54.- Flujo de caja económico

Fuente: Los autores

4.2.4 INDICADORES QUE EVALUAN LA FACTIBILIDAD DEL PROYECTO (VAN, TIR Y BENEFICIO/COSTO)

Para obtener los valores de VAN TIR y B/C se ha considerado una tasa de descuento del 12%, determinada en función de la tasa de interés del Banco Central del Ecuador.

Los indicadores económicos y sociales se indican en la tabla 4.55 Y 4.56

Donde:

FAS= Factor simple de actualización= $1/(1+0,12)^n$

n=año

F. A.= Flujo actual = Flujo de caja* FAS

B. A. = Beneficios actualizados= Beneficios* FAS

C.A. = Costos actualizados =Costos* FAS

n	0%	FAS 12%	F. A.	VAN/año	B. A.	C. A.
0	-58.035,53	1,00	-58.035,53	-58.035,53		58.035,53
1	11.518,36	0,89	10.284,25	-47.751,28	15.745,42	5.461,17
2	11.437,97	0,80	9.118,28	-38.633,00	14.213,75	5.095,47
3	11.247,78	0,71	8.005,94	-30.627,06	12.760,20	4.754,25
4	11.142,06	0,64	7.080,98	-23.546,07	11.516,87	4.435,89
5	10.925,40	0,57	6.199,36	-17.346,71	10.338,20	4.138,84
6	10.792,02	0,51	5.467,58	-11.879,14	9.329,26	3.861,69
7	10.546,45	0,45	4.770,68	-7.108,46	8.373,77	3.603,09
8	10.382,87	0,40	4.193,47	-2.914,99	7.555,28	3.361,81
9	10.105,74	0,36	3.644,23	729,24	6.780,92	3.136,69
10	9.909,17	0,32	3.190,49	3.919,73	6.117,13	2.926,65
11	9.597,57	0,29	2.759,07	6.678,80	5.489,74	2.730,66
12	9.364,98	0,26	2.403,76	9.082,56	4.951,57	2.547,81
13	9.015,73	0,23	2.066,17	11.148,73	4.443,37	2.377,20
14	8.743,82	0,20	1.789,16	12.937,89	4.007,17	2.218,01
15	8.353,46	0,18	1.526,15	14.464,04	3.595,63	2.069,48
16	8.038,59	0,16	1.311,27	15.775,31	3.242,17	1.930,90
17	7.603,34	0,15	1.107,38	16.882,69	2.908,98	1.801,60

18	7.241,56	0,13	941,69	17.824,38	2.622,65	1.680,96
19	6.757,30	0,12	784,57	18.608,95	2.352,96	1.568,39
20	6.344,29	0,10	657,69	19.266,64	2.121,06	1.463,37
21	5.806,50	0,09	537,45	19.804,09	1.902,82	1.365,37
22	5.337,55	0,08	441,11	20.245,20	1.715,05	1.273,94
23	4.741,30	0,07	349,85	20.595,05	1.538,48	1.188,63
24	4.211,27	0,07	277,45	20.872,49	1.386,48	1.109,04
25	3.551,19	0,06	208,89	21.081,39	1.243,66	1.034,77
26	2.954,44	0,05	155,17	21.236,56	1.120,65	965,48
27	2.224,65	0,05	104,32	21.340,88	1.005,15	900,83
28	1.555,06	0,04	65,11	21.405,99	905,61	840,50
29	749,14	0,04	28,01	21.433,99	812,22	784,22
30	-	0,03	-	21.433,99	731,70	731,70
TOTAL			21.433,99		150.827,92	129.393,93
VAN al final del proyecto						21.433,99
TIR al final del proyecto						17,84%
B/C						1,17

Tabla 4.55.- Indicadores económicos y sociales del proyecto obtenido del flujo de caja Financiero

Fuente: Los autores

n	0%	FAS 12%	F. A.	VAN/año	B. A.	C. A.
0	-667.075,08	1,00	667.075,08	-667.075,08		667.075,08
1	100.116,35	0,89	89.389,59	-577.685,49	94.850,76	5.461,17
2	100.915,38	0,80	80.449,12	-497.236,36	85.544,59	5.095,47
3	101.604,60	0,71	72.320,15	-424.916,22	77.074,40	4.754,25
4	102.280,59	0,64	65.001,16	-359.915,05	69.437,05	4.435,89
5	102.943,34	0,57	58.412,82	-301.502,23	62.551,66	4.138,84
6	103.689,39	0,51	52.532,27	-248.969,97	56.393,96	3.861,69
7	104.323,23	0,45	47.190,53	-201.779,43	50.793,62	3.603,09
8	105.039,07	0,40	42.423,52	-159.355,92	45.785,33	3.361,81
9	105.641,35	0,36	38.095,33	-121.260,59	41.232,02	3.136,69
10	106.324,20	0,32	34.233,55	-87.027,04	37.160,19	2.926,65
11	106.989,73	0,29	30.756,99	-56.270,05	33.487,65	2.730,66
12	107.636,56	0,26	27.627,62	-28.642,43	30.175,43	2.547,81
13	108.264,44	0,23	24.811,42	-3.831,01	27.188,61	2.377,20
14	108.871,94	0,20	22.277,36	18.446,35	24.495,36	2.218,01
15	109.458,71	0,18	19.997,70	38.444,04	22.067,18	2.069,48
16	110.120,97	0,16	17.963,12	56.407,16	19.894,02	1.930,90

17	110.662,86	0,15	16.117,42	72.524,58	17.919,02	1.801,60
18	111.278,20	0,13	14.470,57	86.995,15	16.151,53	1.680,96
19	111.771,07	0,12	12.977,38	99.972,53	14.545,77	1.568,39
20	111.358,06	0,10	11.544,13	111.516,66	13.007,50	1.463,37
21	111.797,40	0,09	10.347,92	121.864,58	11.713,30	1.365,37
22	112.305,59	0,08	9.281,22	131.145,80	10.555,16	1.273,94
23	112.784,18	0,07	8.322,11	139.467,91	9.510,75	1.188,63
24	113.231,28	0,07	7.459,91	146.927,83	8.568,95	1.109,04
25	113.646,04	0,06	6.685,04	153.612,86	7.719,81	1.034,77
26	114.124,14	0,05	5.993,89	159.606,76	6.959,37	965,48
27	114.371,47	0,05	5.363,29	164.970,04	6.264,11	900,83
28	114.776,73	0,04	4.805,62	169.775,66	5.646,12	840,50
29	115.045,65	0,04	4.300,78	174.076,44	5.085,00	784,22
30	115.469,06	0,03	3.854,12	177.930,56	4.585,82	731,70
TOTAL			177.930,56		916.364,04	738.433,48
VAN al final del proyecto						177.930,56
TIR al final del proyecto						15,40%
B/C						1,24

Tabla 4.56.- Indicadores económicos y sociales del proyecto obtenido del flujo de caja Económico

Fuente: Los autores

4.2.5 ANALISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad financiera se indica en la tabla 4.57

Análisis de sensibilidad flujo financiero					
Rubros	Incremento %	Disminución %	VAN	TIR	B/C
ingresos		5%	23.464,19	15,92%	1,16
ingresos		10%	14.577,91	13,88%	1,10
ingresos		15%	5.691,64	11,63%	1,04
costos	5%		25.081,71	16,02%	1,16
costos	10%		17.812,96	14,26%	1,11
costos	15%		10.544,21	12,54%	1,06

Tabla 4.57.- Análisis de sensibilidad obtenido del flujo de caja financiero

Fuente: Los autores

El análisis de sensibilidad económica se indica en la tabla 4.58

Análisis de sensibilidad flujo económico					
Rubros	Incremento %	Disminución %	VAN	TIR	B/C
ingresos		1,5%	164.185,10	15,15%	1,22
ingresos		5%	132.112,36	14,54%	1,18
ingresos		10%	86.294,16	13,67%	1,12
ingresos		11%	40.475,96	12,79%	1,05
costos	1,5%		166.854,06	15,15%	1,22
costos	5%		141.008,89	14,59%	1,18
costos	10%		104.087,21	13,83%	1,13
costos	11%		67.165,54	13,14%	1,08

Tabla 4.58.- Análisis de sensibilidad obtenido del flujo de caja económico

Fuente: Los autores

4.3 ANALISIS DE SOSTENIBILIDAD

Este análisis está enfocado en el manejo del sistema de evacuación, tratamiento de las aguas servidas, la salud medioambiental y humana, en las etapas tanto constructivo como de operación y mantenimiento con el fin de lograr un control de la contaminación química y biológica, mismo que es de vital importancia para la protección de los ecosistemas.

4.3.1 SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA Y FINANCIERA

Arreglos institucionales

La población de Paniquindra se ha comprometido a través de una junta administradora de servicios de saneamiento asumir la responsabilidad de administrar, operar, y mantener los servicios de agua potable y saneamiento, así mismo se comprometen a capacitarse para cumplir dicha responsabilidad, y a pagar las cuotas familiares establecidas de acuerdo a los costos de administración, operación y mantenimiento. Este compromiso lo asumieron en una asamblea general.

Las autoridades locales, representada por la presidenta de la junta parroquial, se comprometen a cumplir con su rol de vigilancia de la calidad de agua y la supervisión y fiscalización a la junta, Además con el cumplimiento con el aporte en efectivo o en materiales para las obras de infraestructura. Así mismo se comprometen a brindar asistencia técnica y capacitación.

Cuotas familiares por concepto de costos de administración, operación y mantenimiento del sistema

La población informada del monto estimado de la cuota familiar por mes indicado en el numeral 4.2.2.2.1, aceptaron y acordaron que la forma de pago lo establecerán en una asamblea liderada por los responsables de la junta administradora.

Participación de los beneficiarios

La población beneficiaria también se compromete a participar, durante la ejecución del proyecto, a los talleres de capacitación que se indican en el numeral 4.3.2.5. Así como al cumplimiento de sus aportes de cofinanciamiento para la ejecución de las obras.

Programa de operación y mantenimiento

El propietario de un sistema de alcantarillado debe hacer frente a los gastos de explotación y mantenimiento por medio de ingresos directos o indirectos, para rembolsar los gastos de eventuales reparaciones del sistema, en éste caso serán los encargados:

La junta de alcantarillado: será encargado de contratar cuando hay que hacer alguna reparación, compra de repuestos químicos, contratación de mano de obra, etc.

Operador: persona encargada de dar operación y mantenimiento del sistema

Secretaria: encargada de cobrar las planillas de alcantarillado, llevar control de lo que ingresa y de lo que sale de la junta de alcantarillado.

4.3.2 ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL Y DE RIESGOS

El tipo de obras que es de interés comunitario, genera desarrollo en su zona de influencia, también produce alteraciones y deterioro al medio ambiente en general, los mismos que deben ser obligatoriamente identificados y evaluados, con la finalidad de prevenir, mitigar, atenuar, minimizar, compensar y controlar aquellos impactos negativos que se originarían dentro del área intervenida.

La evaluación del impacto ambiental está enfocada al desarrollo sostenible en atenta consideración a la capacidad de carga del medio sobre el que interactúa el proyecto.

4.3.2.1 Metodología para la evaluación de impactos ambientales

Para la evaluación de impactos ambientales se empleó las Matrices de causa – efecto (Sistemas de LEOPOLD, desarrollado por el Dr. Luna Leopold en los años 70)

4.3.2.2 Marco legal utilizado para la elaboración del plan de gestión ambiental

El proyecto de alcantarillado se encuentra en la categoría tipo B, es decir que se requiere realizar un estudio preliminar de impacto ambiental basado en el marco legal vigente indicado a continuación:

Constitución política de la República; Artículo 3, Título I, de los Principios Fundamentales. Artículo 14 y 15, Capítulo 2, de los Derechos del Buen Vivir. Artículo 32, Sección séptima, Capítulo 2.

Ley de gestión Ambiental; Artículo 12, Capítulo IV, De la participación de las instituciones del Estado. Artículo 19, 22, 23, 28, Capítulo II, Evaluación de Impacto Ambiental y del Control Ambiental.

Código de salud; Artículo 6, Saneamiento Ambiental.

Ley de prevención y control de la Contaminación Ambiental; Expedida mediante decreto Supremo No 374 del 21 de Mayo de 1976, publicada en el registro oficial No 97, del mismo mes y del mismo año, trata de la Buena Utilización y Conservación de los Recursos Naturales.

Ley de Régimen Municipal; Artículo 213, conservación, Desarrollo y Aprovechamiento de Recursos Naturales.

Ley de Patrimonio Cultural; Artículo 7,15 y 30, Bienes pertenecientes al Patrimonio Nacional del Estado.

Ordenanzas Municipales y Resoluciones; El Municipio del Cantón Ibarra no dispone de ordenanzas ambientales.

Estudios Ambientales y Permisos; Licencia Ambiental.

Ley y Reglamento de las Juntas Administrativas de Agua Potable para el Área rural; Tanto para el nombramiento de los miembros de las juntas administradoras como el funcionamiento del servicio se sujetará a la Ley y Reglamento de las Juntas Administradoras de agua potable y alcantarillado para el área rural.

4.3.2.3 Descripción general de línea base

En la actualidad la comunidad no cuenta con un sistema apto de eliminación de desechos pues los elimina mediante letrinas con pozos ciegos o pozos sépticos, y no tienen un adecuado tratamiento en la evacuación y tratamiento de aguas residuales, por lo que constituye un verdadero problema para el desarrollo sostenible de la comunidad, porque, la seguridad medioambiental, el bienestar social, y la seguridad económica están íntimamente conectados.

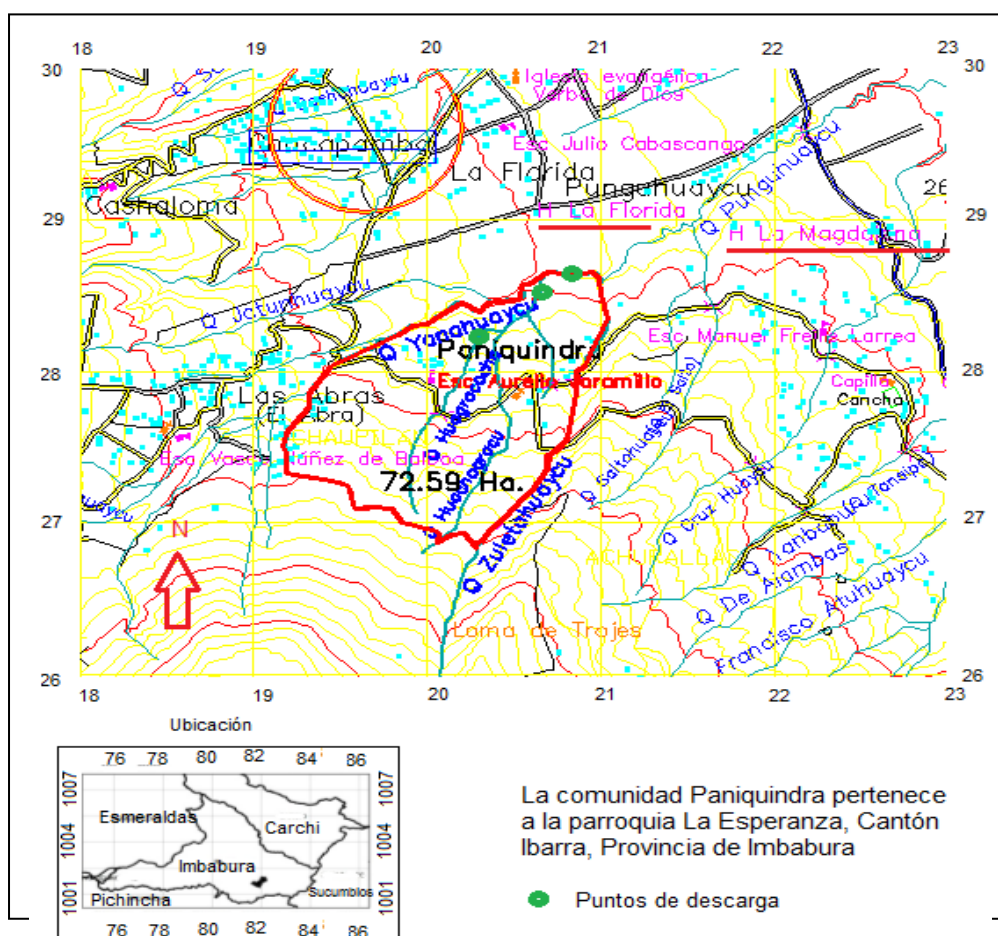
4.3.2.3.1 Áreas de influencia

Las áreas de influencia se describen a continuación:

Área de Influencia Directa (AID)

➤ *Entorno físico-biótico*

El Área que será intervenida en la comunidad Paniquindra está indicado en el numeral 1.3 como se ve en la figura 4.16 cuyos detalles se encuentran en los planos con código PL consta de 72.59 Ha de terreno destinados a sembradíos de maíz, pastizales, bosques y la población a servir es de 845 habitantes y las áreas que se encuentran aguas debajo de la descarga en el cuerpo receptor siendo éstos la quebrada Huagracocha, la quebrada Huachagracu y la quebrada Yanahuaycu



Fuente: Carta topográfica digital (San Pablo del Instituto Geográfico Militar IGM)

➤ *Entorno socio – económico*

Los propietarios de terrenos con cultivos de maíz, cebada, papa como las principales actividades agrícolas de incidencia económica para la comunidad, por donde pasa el sistema de alcantarillado por falta de vías de acceso como es la red secundaria D (SD), la red secundaria C (SC) a partir del pozo 6, la red lateral B, la red secundaria B (SB) a partir del pozo 7 hasta el SB13, del pozo I1 al I6, del pozo H1 al H8 y del CSA7 al CSA13 la planimetría de la red se indica en los planos con código PL

Las actividades a las que se dedica la población están indicadas en el numeral 2.1.6 y 2.1.8.

Área de Influencia Indirecta (AII)

➤ *Entorno físico-biótico*

Las áreas que se encuentran a lo largo del cuerpo receptor siendo éste la quebrada Yanahuaycu como se observa en la figura 4.16 que posteriormente descarga en la quebrada Punguhuaycu.

➤ *Entorno socio – económico*

La población de las comunidades de Punguhuaycu y La Magdalena que se encuentran aguas abajo de las quebradas antes mencionadas al norte de Paniquindra, las comunidades están indicadas en la figura 4.16, mismas que se dedican a la agricultura y ganadería.

4.3.2.3.2 *Características físicas*

Ubicación

La comunidad de Paniquindra pertenece a la Parroquia La esperanza, en el Cantón Ibarra de la Provincia de Imbabura como se indica en la figura 4.17 adicionalmente se detalla en el Capítulo I, numeral 1.3.

Clima

La estación climatológica más cercana a la comunidad de Paniquindra es Ibarra (M-053). Ésta estación es de tipo climatológica ordinaria (CO) ubicada en las coordenadas geográficas 0°20'0"N; 78°6'0" a una altura de 2214 msnm, existen registros desde 1929 actualmente no se encuentra funcionando. Este análisis se obtuvo del plan de ordenamiento territorial de la Parroquia La Esperanza del año 2010

➤ *Temperatura*

Según la figura 4.17 la comunidad Paniquindra tiene una temperatura promedio anual marcada que oscila entre los 8 °C. Y los 10°C.en la parte alta, señalando que la variación de la temperatura tiene relación con la altura, es así que en las zonas altas, entre los 1500 y 3000 metros las temperaturas son más bajas.

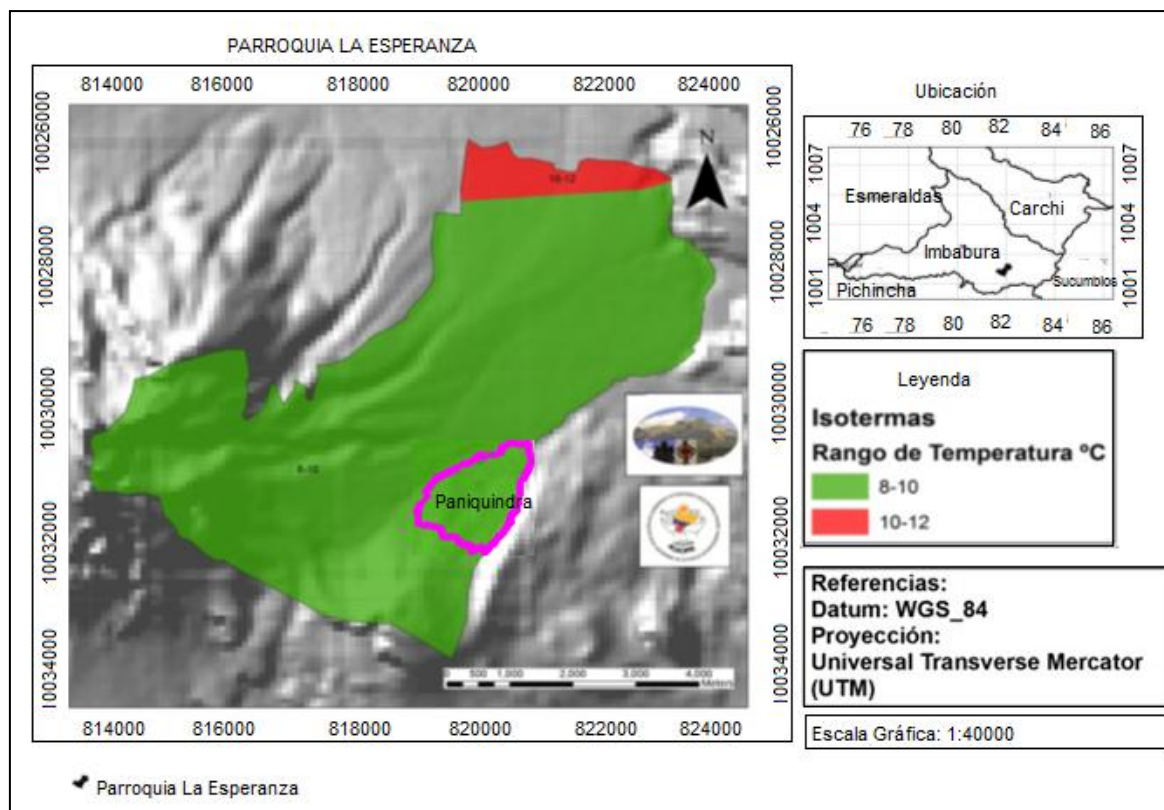


Figura 4.17.- Isotermas de la parroquia La Esperanza

Fuente: Mapa 2.1 del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de La Parroquia La Esperanza

➤ Precipitación

La parroquia La Esperanza tiene una precipitación anual promedio entre 750 y 1250 mm esto permite la permanencia de grandes humedales en las partes altas que favorecen la actividad agrícola.

En la figura 4.18, las zonas de mayor precipitación se encuentran en el sur y sureste de la parroquia en el sitio del proyecto, existe 4 meses de estación seca entre los meses de junio a septiembre.

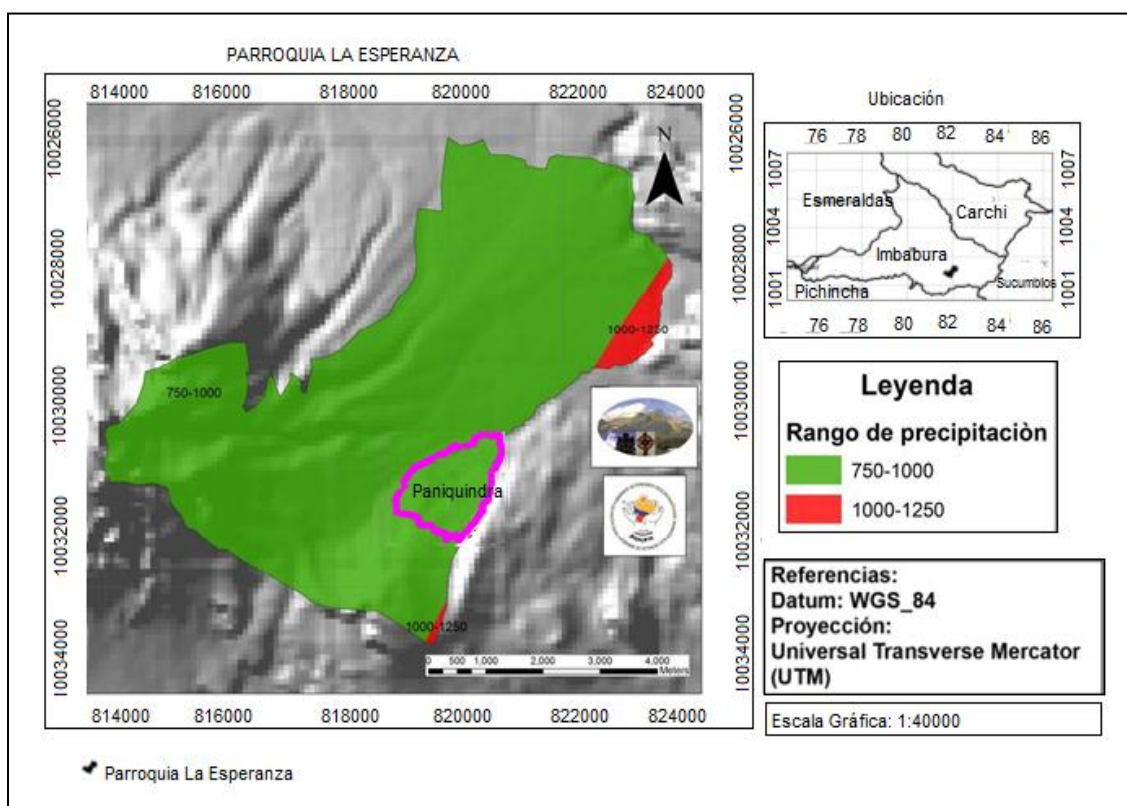


Figura 4.18.- Rango de precipitaciones de la parroquia La Esperanza, tomado como base del Gobierno Provincial de Imbabura.

Fuente: Mapa 2.2 del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de La Parroquia La Esperanza

Calidad del aire

En la comunidad no existe un estudio sobre la calidad del aire, pero en la tabla 4.59 se indica las concentraciones de contaminantes comunes y el nivel de alarma y emergencia en la calidad del aire.

Ruido

El ruido de fondo promedio está alrededor de 60 dB(A), considerando el tráfico vehicular, ruido del trabajo diario de los habitantes de la zona y ruido del componente faunístico. Los niveles máximos de ruido están indicados en la tabla 4.60

Contaminante	tiempo (horas)	Alerta	Alarma	Emergencia
Monóxido de carbono	8	15000	30000	40000
Oxidantes Fotoquímicos (ozono)	1	300	600	800
Oxidos de nitrógeno (NO ₂)	1	1200	2300	3000
Dióxido de azufre	24	800	1600	2100
Material particulado PM10	24	250	400	500

Nota: Todos los valores de concentración expresados en microgramos por metro cúbico de aire a condiciones de 25°C y 760 mm Hg

Tabla 4.59.- Concentraciones de contaminantes comunes que definen los niveles de alerta, alarma y emergencia en la calidad del aire.

Fuente: Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) del Ministerio del Ambiente, libro VI anexo 4.

Tipo de zona según el uso de suelo	Nivel de presión sonora equivalente NPS eq[dB(A)]	
	De 06H00 A 20H00	De 20H00 A 06H00
zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona residencial	50	40
Zona residencial mixta	55	45
Zona comercial	60	50
Zona comercial mixta	65	55
Zona Industrial	70	65

Tabla 4.60.- Niveles Máximos de ruido permisibles según el uso del suelo.

Fuente: Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) del Ministerio del Ambiente, libro VI anexo 5.

Suelos

Los suelos de esta área son derivados de cenizas volcánicas, de material sedimentario de textura limosa y de color negro por su gran riqueza en materia orgánica.

En la figura 4.19 se identifica el suelo de clase Mollisol presente en la comunidad (tiene rendimientos muy altos sin utilizar gran cantidad de fertilizantes, propicios para el cultivo de cereales).

➤ *Uso actual de suelo.*

Obedece a modelos de utilización del territorio de orden social, económico, cultural, ambiental como unidades puras (páramo, vegetación arbustiva) y asociaciones (cultivos – vegetación arbustiva). En la figura 4.20 se destaca que la mayor parte de la comunidad está destinada a cultivos de ciclo corto en áreas erosionadas (CC/Ae).

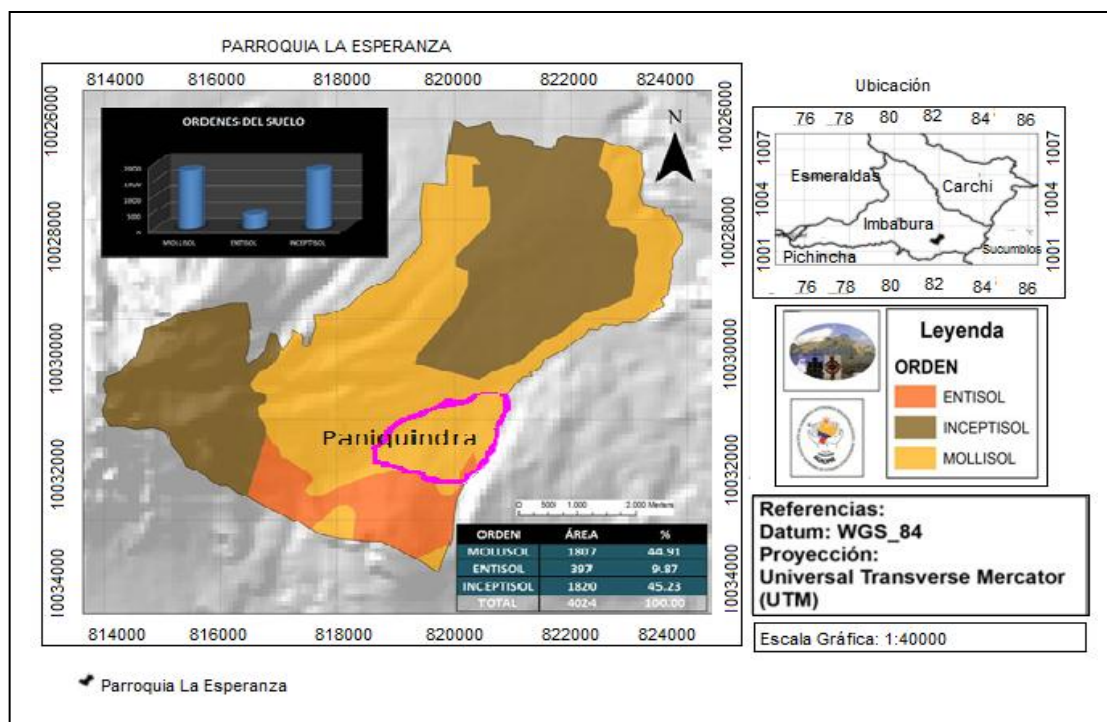


Figura 4.19.- Taxonomía de suelos de la parroquia La Esperanza, tomado como base del Gobierno Provincial de Imbabura.

Fuente: Mapa 2.5 del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de La Parroquia La Esperanza

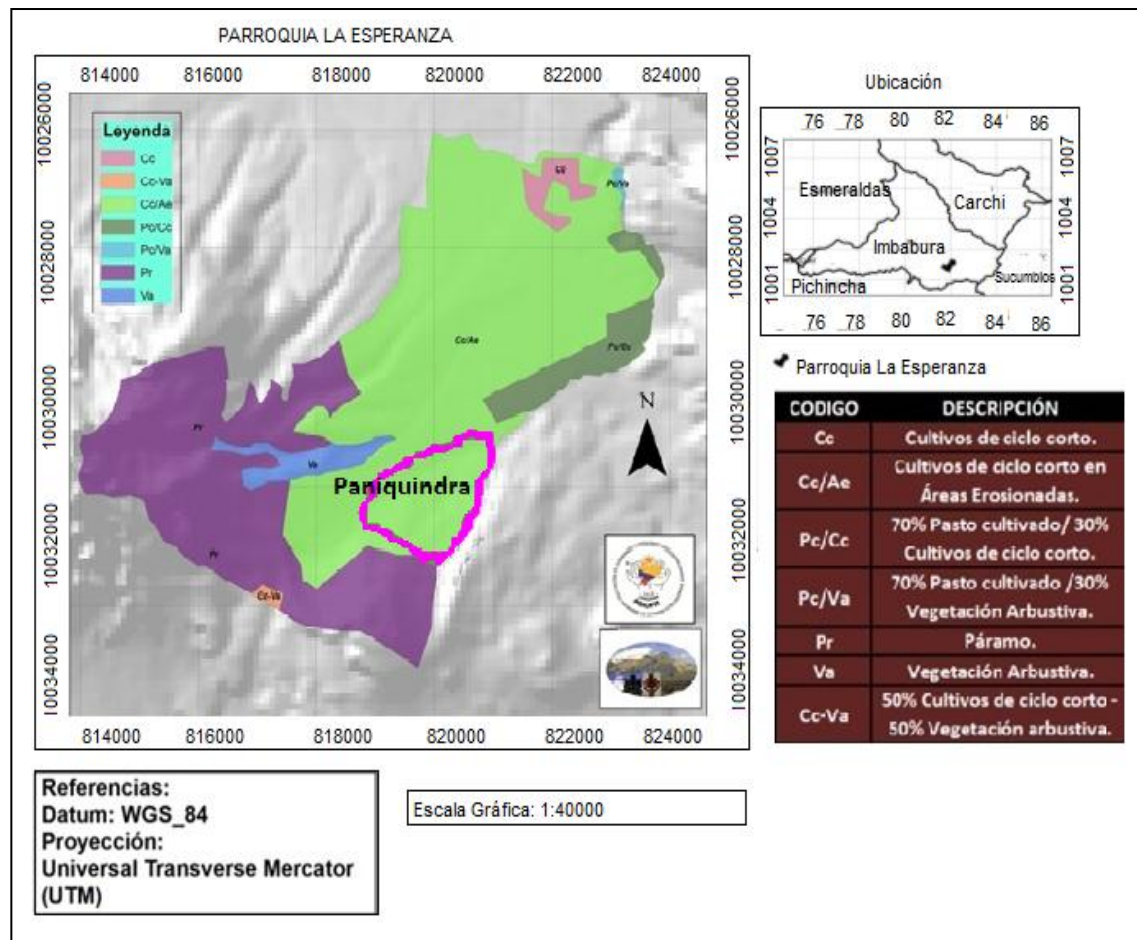


Figura 4.20- *Uso actual de suelo de la parroquia la Esperanza, tomado como base del Gobierno Provincial de Imbabura.*

Fuente: Mapa 2.7 del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de La Parroquia La Esperanza

➤ *Uso potencial de suelo*

Se han tomado en cuenta las características del suelo como: profundidad, permeabilidad, drenaje, presencia de rocas, topografía, erosión, riesgo de inundación, salinidad y fertilidad teniendo el uso potencial como: bosques, cultivos agrícolas, pastizales, sin uso agropecuario.

En la figura 4.21 en la comunidad se destaca el área destinada a bosques como también un potencial para plantaciones maderables y pastos.

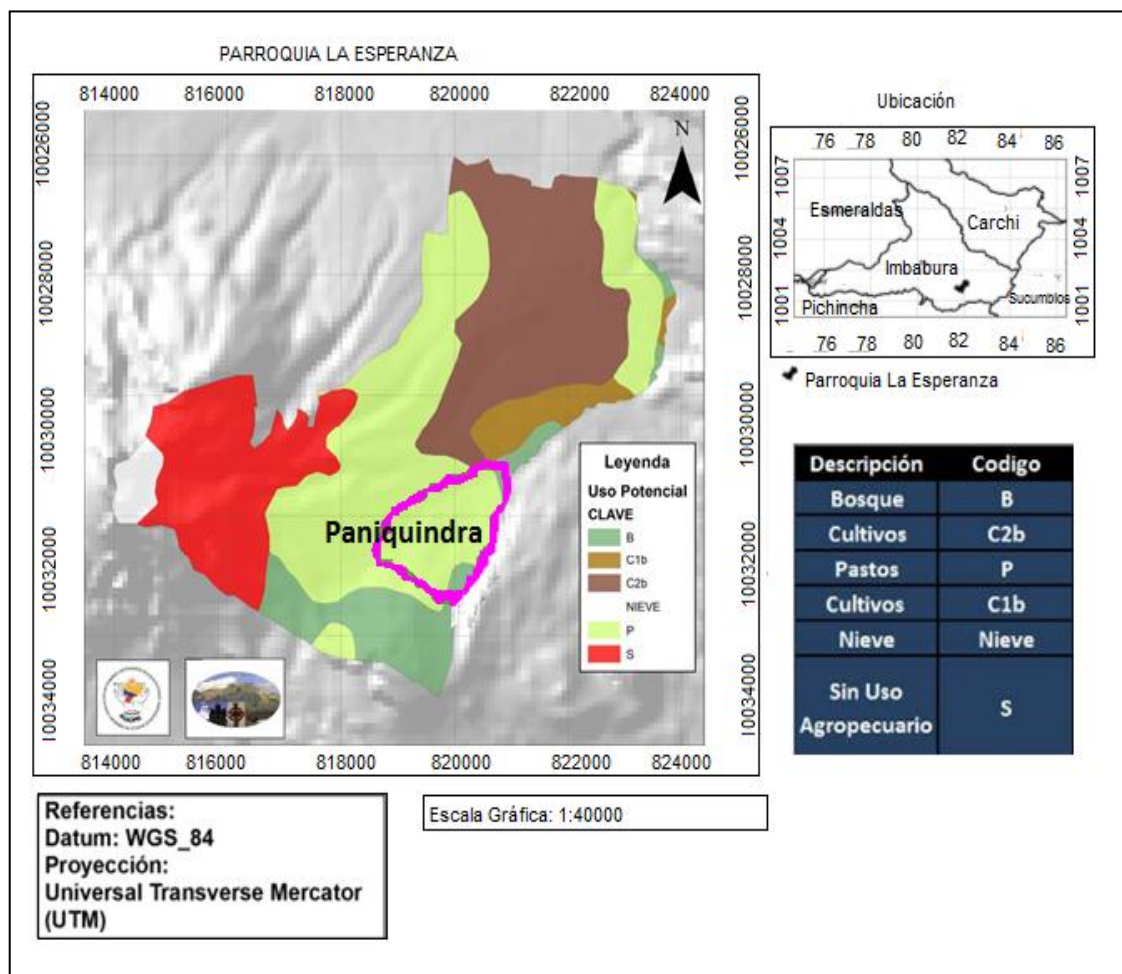


Figura 4.21.- Uso potencial de la parroquia La Esperanza, tomado como base del Gobierno Provincial de Imbabura.

Fuente: Mapa 2.8 del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de La Parroquia La Esperanza

Conflictos ambientales

En la figura 4.22 en la comunidad Paniquindra se observa que se está propiciando una lenta e irremediable pérdida del suelo con consecuencias graves, es decir, el área sobre utilizada en cultivos, debido a las propiedades de los mismos desgastan el suelo produciendo procesos erosivos y por ende puede dar lugar a la desertificación.

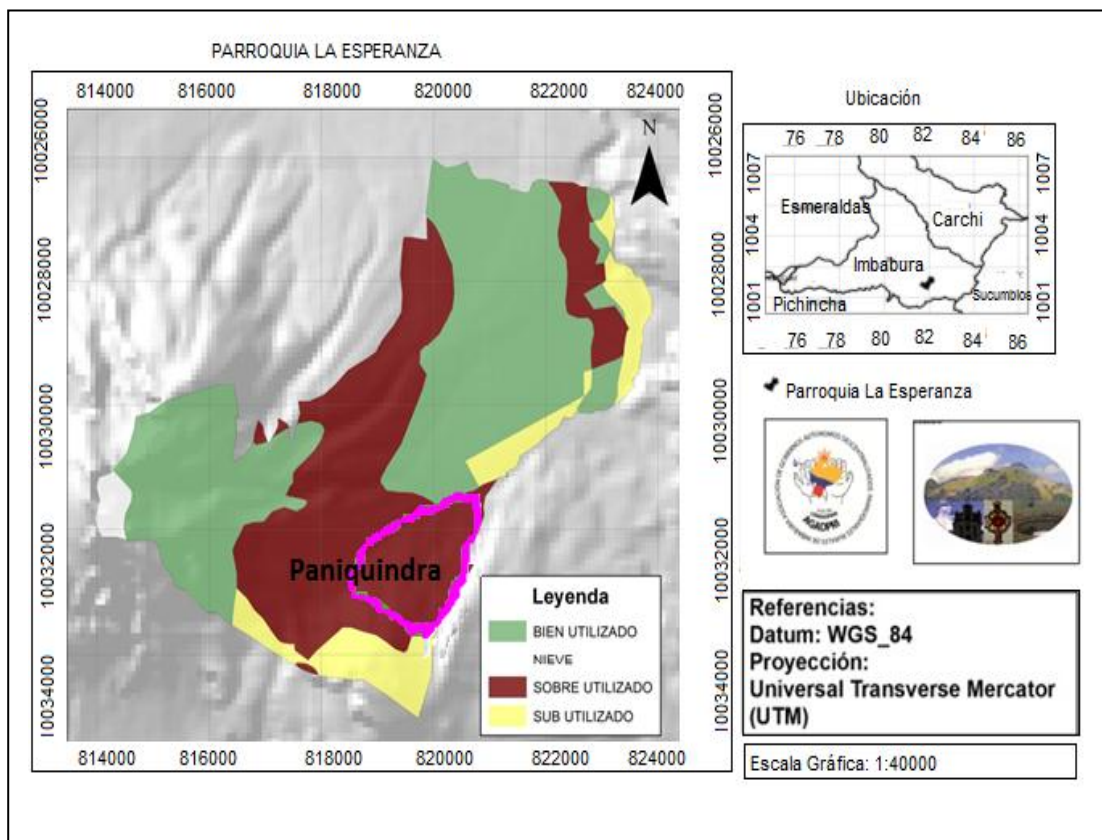


Figura 4.22.- Conflictos de uso de suelo de la parroquia La Esperanza, tomado como base del Gobierno Provincial de Imbabura.

Fuente: Mapa 2.10 del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de La Parroquia La Esperanza

4.3.2.3.3 Características hídricas

En las faldas del Volcán Imbabura en la comunidad El Abra existe la conformación de tres quebradas a una altura aproximada de 4040 msnm como son:

Yanahuaycu, Jatunhuaycu y Turoñan, mismas que son los afluentes de la quebrada Punguhuaycu conformado en las estribaciones del cerro Cubilche, ésta quebrada conforma la red de afluentes del río Tahuando.

La quebrada Yanahuaycu delimita a la parroquia La esperanza y a la comunidad Paniquindra con la parroquia de Angochagua como se ve en la figura 4.23

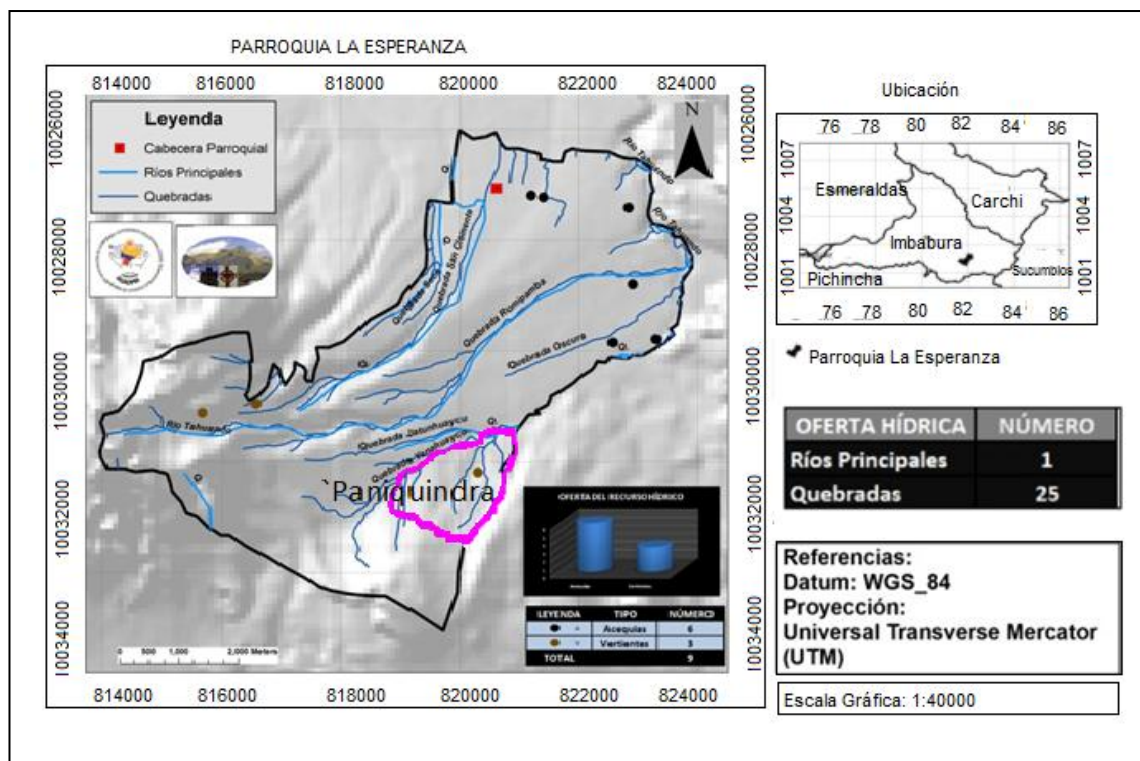


Figura 4.23.- Oferta Hídrica de la parroquia La Esperanza, tomado como base del Gobierno Provincial de Imbabura.

Fuente: Mapa 2.4 del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de La Parroquia La Esperanza

4.3.2.3.4 Características biológicas

Entorno ecológico y paisaje natural

Para esta descripción es necesario tomar en cuenta variables, que indiquen el estado del paisaje natural en el área de estudio, que según Canter (Environmental Impact Assessment, 1996, Capítulo 13, Predicción y estudios de impactos visuales), pueden ser las siguientes:

- Estado Natural – Sin cambios
- Escasez – Evalúa la rareza de un componente estético, dentro del contexto del ambiente donde ocurra.
- Estética – Evalúa la apreciación y las consideraciones sobre la calidad sensorial del componente (sentidos), especialmente la capacidad de agrado hacia el observador.

- Importancia para la Conservación – Evalúa la importancia para la conservación de la zona, incluyendo su relevancia: turística, histórica, arqueológica, ecológica o de interés arquitectónico.

El proyecto se encuentra construido en zonas que ya han sufrido cambios casi en su totalidad, y no se encontraron características relevantes de índole histórica, arqueológica, ecológica o arquitectónica para su conservación.

Entorno biológico

El factor biótico que presenta el área es muy amplio, tratando a cada componente por separado.

➤ Flora

Por la acción de actividades de productivas primarias tanto agrícola como pecuaria se invaden áreas de bosques naturales y en especial los páramos, los mismos que han sido remplazados por pastizales y áreas agrícolas. Los Relictos del bosque natural se conservan con quebradas y pendientes abruptas. La vegetación se caracteriza por la presencia de especies nativas, aunque en algunos lugares existen machas de especies exóticas como el pino.

Dentro de la comunidad, no existen estudios científicos de clasificación taxonómica que permitan identificar a variedad de especies vegetales, pero a partir de un estudio realizado en la Parroquia de San Antonio por parte de Terán K, Caicedo O.1999 “Alternativas de Manejo del Cerro Imbabura en la parroquia de San Antonio”, los cuales describen al sector mediante evaluación ecológica rápida y por transeptos.

El transepto 2 correspondiente a la zona de vida bosque muy húmedo montañoso (bmhM), ubicado a los 3000 m.s.n.m, en el sector de San Nicolás, en el cual se encontraron especies como: gualicón, cerote, laurel y Pumamaqui.

Ver tabla 4.61

No	Nombre común	Hábito
1	Gualicón	árbol
2	Cerote	árbol
3	Laurel	árbol
4	Pumamaqui	árbol
5	Amarillo	arbusto
6	Romerillo	árbol
7	Achicoria	arbusto
8	Valeriana	arbusto
9	Uña de gato	arbusto
10	Duraznillo	arbusto
11	Azafrán	árbol
12	Angucho	árbol
13	Esmeralado	árbol
14	Puliza	árbol
15	Mora silvestre	arbusto
16	San juanito	árbol
17	Mortiños	arbusto

Tabla 4.61.- Especies identificadas a los 3000m.s.n.m.

Fuente: Gubio, J. (2009); Terán, K; O. Caicedo (1999)

Una de las especies importantes para el desarrollo del hábitat del lugar es el Gualicón que sirve como fuente alimenticia tanto para las aves existentes en la zona como para el consumo humano; este es un fruto típico de zonas de alta montaña. Terán, K; Caicedo O. (1999).

➤ Fauna

El registro del tipo de especies faunísticas existentes, fue tomado de la misma cita bibliográfica anterior, realizada con la ayuda de los moradores del sector y personal técnico del Municipio de Ibarra, destacando entre la fauna: aves en la tabla 4.62, mamíferos en la tabla 4.63. e insectos y reptiles en la tabla 4.64

No	Nombre vulgar
1	Garza bueyera
2	Vencejo
3	Jilgero
4	golondrina

5	Paloma
6	cuturpilla
7	Tórtola
8	Gorrión
9	huirac-churo
10	Mirlo
11	Quinde
12	Mirlo grande
13	tangara de montaña
14	quinde cola larga
15	mirlo grande
16	Surero
17	Huirac -churo
18	Quilico
19	platero pechi rojo
20	Gavilán
21	Gallinazo
22	Kurikingue
23	Cuscungo
24	Quinde

Tabla 4.62.- *Especies de aves identificadas a los 3000m.s.n.m.*

Fuente: Gubio, J. (2009); Terán, K; O. Caicedo (1999)

No	Nombre vulgar
1	Conejo de monte
2	Lobo de páramo
3	Raposa
4	Zorrillo
5	Chucuri
6	Rata de campo
7	Rata grande
8	Ratón
9	Ratoncillo
10	Murcielago
11	Ardilla

Tabla 4.63.- *Especies de mamíferos identificados a los 3000m.s.n.m.*

Fuente: Gubio, J. (2009); Terán, K; O. Caicedo (1999)

No	Nombre vulgar
1	Jambato
2	Lagartijas
3	Trucha arcoíris

Tabla 4.64.- Especies de reptiles y anfibios identificados a los 3000m.s.n.m.

Fuente: Gubio, J. (2009); Terán, K; O. Caicedo (1999)

4.3.2.3.5 Características socioeconómicas y de la salud de la población

Con relación a las características poblacional (como educación, salud, vivienda, actividades socio – económicas, etc.) Está detallado en el capítulo 2, numeral 2.1 y 2.5 del presente proyecto.

4.3.2.4 Identificación y evaluación de impactos ambientales

El punto de partida para diseñar el Plan de Gestión Ambiental es la identificación y evaluación de impactos ambientales, sean éstos positivos o negativos, mismos que se generarán tanto en la fase constructiva, como de operación y mantenimiento dentro de las áreas de influencia, a fin de evaluar la magnitud e importancia de éstos y determinar medidas correctivas.

4.3.2.4.1 Identificación de los impactos ambientales

Para identificar los impactos que pueden producirse, se requiere definir las acciones del proyecto y los elementos de los factores ambientales que pueden ser modificados positiva o negativamente.

Dentro de las **acciones** del proyecto se ha identificado varias tareas que ocasionan impacto en las diferentes etapas del proyecto:

Construcción en la tabla 4.65

Operación y mantenimiento en la tabla 4.66

En lo que respecta a **Factores ambientales** (físico, biótico y socio-económico), se los clasifica por categorías componente y elementos en la tabla 4.67 y tabla 4.68

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN						
TAREAS	IMPACTOS GENERADOS					
	Ruidos y Vibraciones	Partículas suspendidas	Residuos tipo sólido urbano	Residuos peligrosos	Emisiones gaseosas	Efluentes líquidos
Actividades preliminares	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Desbroce y limpieza						
Replanteo y nivelación estructuras						
Replanteo y nivelación zanja						
Campamentos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
implantación de la estructura						
uso de equipos y máquina pesada						
movimiento de vehículos y personal						
acopio y utilización de materiales e insumos						
desmantelamiento y cierre						
Movimientos de tierras	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Excavación zanja a mano						
Excavación zanja a máquina						
Encamado tuberías material fino						
Relleno compactado (mat. Excavación)						
Acarreo mecánico hasta 1 Km						
Entibado (apuntalamiento) zanja						
Rasanteo de zanja a mano						
Cajas domiciliarias	✓	✓	✓		✓	✓
Tubería	✓	✓	✓		✓	✓
Pozos de revisión	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Sumideros, drenes	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Plantas de tratamiento y descarga	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Residuos y escombros	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 4.65.- Acciones identificadas en la etapa de construcción.

Fuente: Los autores

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						
TAREAS	IMPACTOS GENERADOS					
	Ruidos y Vibraciones	Partículas suspendidas	Residuos tipo sólido urbano	Residuos peligrosos	Emisiones gaseosas	Efluentes líquidos
Limpieza de cajas domiciliarias	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Limpieza de cunetas y alcantarillas	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Limpieza de plantas de tratamiento	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Reparación de tuberías	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 4.66.- Acciones identificadas en la etapa de operación y mantenimiento.

Fuente: Los autores

Cat.	Componente	Elemento
Físico	Suelos	Capa Vegetal
		Procesos Erosivos
	Agua Superficial	Calidad
	Aire	Calidad
		Ruido-Vibración
Biótico	Flora	Vegetación Natural
		Cultivos
	Fauna	Terrestre, Aves

Tabla 4.67.- Componentes y elementos de las categorías Físico y Biótico

Fuente: Los autores.

Cat.	Componente	Elemento
Socio – Económico	Estética	Paisaje
		Recreación
	Bienestar Social	Salud Pública
		Accidentes
		Tránsito Vehicular
		Tránsito Peatonal
		Empleo
		Servicios públicos
		Economía
		Plusvalía

Tabla 4.68.- Componentes y elementos de la

Categoría socio-económico

Fuente: Los autores

Descripción de los principales impactos a considerarse

➤ *Principales impactos positivos*

Fase de construcción

- ✓ Revalorización de las propiedades servidas por el sistema de alcantarillado
- ✓ Incentivo al desarrollo local al mejorarse las condiciones de vida de la comunidad.
- ✓ Generación de empleos, tanto para las etapas de construcción como para las de operación y mantenimiento de las unidades integrantes del sistema y producto de la estimulación en la actividad constructiva.
- ✓ Disminución de fuentes de proliferación de vectores de enfermedades.

Fase de operación y mantenimiento

- ✓ Mejoramiento de los hábitos de aseo de la población
- ✓ Control de vectores de enfermedades.
- ✓ Elevación de los niveles de salud y reducción de la tasa de mortalidad y morbilidad de la población.
- ✓ Reducción del deterioro ambiental producto de la escorrentía de aguas pluviales.
- ✓ Estimulación de la actividad constructiva (viviendas) en las áreas servidas
- ✓ Mejoramiento en la atención de otros servicios y equipamiento comunal existentes.
- ✓ Reducción de la migración de los habitantes en busca de un mejor nivel de vida.

➤ *Principales impactos negativos*

Ubicación de los sistemas

- ✓ Inadecuada ubicación de las alcantarillas, que podrían interferir con otros servicios como son: agua potable, luz eléctrica, etc.
- ✓ Cambios en valor de la tierra, desvalorizado por la mala ubicación de las redes y de la planta de tratamiento.

Fases de construcción

- ✓ Rotura de la calzada
- ✓ Generación temporal de polvo, ruidos, vibraciones
- ✓ Fiscalización insuficiente
- ✓ Posibles rellenos inadecuados de las zanjas y de la restauración de la calzada
- ✓ Falta de protección a los trabajadores que estén en contacto con sustancia nocivas para la salud
- ✓ Interrupción accidental y temporal de otros servicios: agua electricidad, etc.
- ✓ Interrupción y generación temporal de peligros para el tránsito vehicular y peatonal
- ✓ Interrupción temporal de actividades comerciales de la población.
- ✓ Obstrucción temporal debido al almacenamiento de material de excavación de zanjas y material de construcción
- ✓ Las zanjas de las tuberías pueden ser focos de erosión por pérdida del relleno, y tendencia de las mismas para actuar como relleno.
- ✓ materiales de construcción

Fase de operación y mantenimiento

- ✓ Inadecuando mantenimiento del sistema y de la planta de tratamiento
- ✓ Eliminación final inadecuada de los excedentes de relleno y desechos de Fallas operacionales del sistema y de la planta de tratamiento
- ✓ Integración de usuarios
- ✓ Falta de equipo apropiado para realizar dichas actividades
- ✓ Desarrollo urbano no controlado
- ✓ Peligro de descargas inadecuadas e ilegales de sustancias peligrosas en las alcantarillas.

Con la identificación de acciones y factores ambientales se desarrolló las matrices A1 y A2 respectivamente indicados en el **anexo No. 29**

4.3.2.4.2 Evaluación de impactos ambientales

➤ Matriz de Leopold

La valoración de impactos se realizó para cada elemento ambiental afectado positiva o negativamente por una acción del proyecto. Se determinó por el carácter genérico que es la expresión de juicio de valor que considera si el impacto es negativo (-) o positivo (+) y se basa en:

Magnitud:

Es una medida del grado, extensión o escala de alteración ambiental. Se califica en base a la intensidad y afectación como indica la tabla 4.69

Intensidad.- Relativa al tamaño o grandeza del impacto. Baja (B), Media (M), Alta (A), Muy Alta (MA).

Afectación.- Corresponde al nivel o grado de afectación. Baja (B), Media (M), Alta (A).

MAGNITUD		
Calificación	Intensidad	Afectación
1	Baja	Baja
2	Baja	Media
3	Baja	Alta
4	Media	Baja
5	Media	Media
6	Media	Alta
7	Alta	Baja
8	Alta	Media
9	Alta	Alta
10	Muy Alta	Alta

Tabla 4.69: Calificación en base a la magnitud del impacto.

Fuente: Gómez, Domingo. Evaluación de impacto ambiental 1994

Importancia:

Relativa a la trascendencia del impacto, es el peso relativo de cada impacto en relación al resto. Calificada en base a la duración y a la influencia indicado en la tabla 4.70.

Duración.- Característica del efecto en el tiempo. Si se presenta durante la actividad que la provoca es Temporal (T). Si el impacto continúa en el tiempo aunque en forma intermitente, es Permanente (P).

Influencia.- Basado en la extensión del impacto. Puntual (P), Local (L), Regional (R).

IMPORTANCIA		
Calificación	Duración	Influencia
1	Temporal	Puntual
2	Media	Puntual
3	Permanente	Puntual
4	Temporal	Local
5	Media	Local
6	Permanente	Local
7	Temporal	Regional
8	Media	Regional
9	Permanente	Regional
10	Permanente	Regional

Tabla 4.70.- Calificación en base a la Importancia del impacto.

Fuente: Gómez, Domingo. Evaluación de impacto ambiental 1994

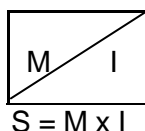
Calificación de impactos significativos

En función de la interrelación de las acciones a desarrollarse en el proyecto durante la construcción, operación, mantenimiento de los diferentes componentes y estimación o consideración de los posibles impactos que se producirían en los elementos de los factores ambientales, es decir basados en la relación causa – efecto, se elaboran las Matrices B1 y B2 respectivamente. Ver **anexo No. 30**

Valoración impactos ambientales

En base a la identificación y calificación de impactos se elaboran las Matrices C1 (durante la construcción del proyecto) y C2 (durante la operación y mantenimiento).

Ver **anexo No. 31**



M.- Magnitud de Impacto

I.- Importancia de Impacto

S.- Significancia del Impacto

Jerarquización de impactos

Para realizar la jerarquización de impactos se utiliza el criterio de significancia de Impactos S que resulta de multiplicar la Magnitud de Impacto por la Importancia del mismo.



$$S = M \times I$$

S.- Significancia del Impacto

Con estos valores se elaboran las Matrices D1 (durante la construcción del proyecto) y D2 (durante la operación y mantenimiento) Indicadas en el **anexo No. 32**.

A partir de éstos resultados se pueden determinar las medidas de mitigación necesarias para el proyecto.

➤ *Descripción de impactos*

Las acciones que causan mayor impacto negativo en orden de valoración durante la etapa de: construcción se indica en la tabla 4.71, durante la etapa de operación y mantenimiento se indica en la tabla 4.72

Acción	Valoración (-)
Act. preliminares	-124
Pozos de revisión	-146
Cajas domiciliarias	-145
Tuberías	-134
Movimiento de tierras	-133
Campamentos	-56
Planta de tratamiento y descarga	-56
Residuos y escombros	-54
Sumideros, drenajes, alcantarillas	-27

Tabla 4.71.- Acciones que causan mayor impacto negativo en el orden de valoración en la etapa de construcción del proyecto.

Fuente: Los autores

Acción	Valoración (-)
Limpieza de cajas domiciliarias	-124
Limpieza de cunetas y alcantarillas	-55
Limpieza de la planta de tratamiento	-28
Reparación de tuberías y equipos	-19

Tabla 4.72.- Acciones que causan mayor impacto negativo en el orden de valoración en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

Fuente: Los autores

➤ Resultados de la evaluación de impactos

Los impactos obtenidos en las matrices de evaluación de impactos durante la etapa de construcción se indican en la tabla 4.73 donde se observa que se presentarán 142 impactos, de los cuales el 16.2 % son positivos y 83.8% negativos. Y durante la etapa de operación y mantenimiento en la etapa 4.74 se observa que se presentarán 53 impactos de los cuales el 30.19% son positivos y el 69.81% son negativos.

Impactos positivos	Impactos negativos	Total de impactos
23	119	142
16.20%	83.80%	100.00%

Tabla 4.73.- Resultandos de las matrices de calificación de impactos en la etapa de construcción

Fuente: Los autores

Impactos positivos	Impactos negativos	Total de impactos
16	37	53
30.19%	69.81%	100.00%

Tabla 4.74.- Resultandos de las matrices de calificación de impactos en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

Fuente: Los autores

En cuanto a la significancia de los factores ambientales tanto en la etapa de construcción se indica en la tabla 4.75 y en la etapa de operación y mantenimiento se indica en la tabla 4.76

Significancia positivos	Significancia negativos	Sumatoria
568	-875	-307

Tabla 4.75.- Significancia de los factores ambientales en la etapa de construcción del proyecto.

Fuente: Los autores

Significancia positivos	Significancia negativos	Sumatoria
584	-226	358

Tabla 4.76.- Significancia de los factores ambientales en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

Fuente: Los autores

Los factores ambientales más afectados en la etapa constructiva serán en el orden de importancia se indica en la tabla 4.77 donde se puede apreciar, que el ruido, la calidad del aire, la capa vegetal y los accidentes son los factores más afectados durante el proceso constructivo debido a la presencia de maquinaria y equipos de construcción.

Los factores ambientales más afectados en la etapa de operación y mantenimiento serán en el orden de importancia se indica en la tabla 4.78 donde se puede apreciar, la calidad del aire, la salud pública, y los accidentes son los factores más afectados durante el proceso de operación y mantenimiento debido

a la presencia de escombros y residuos sólidos al momento de existir una avería en el sistema.

Elemento	Significancia
Ruido - Vibración	-130
Calidad Aire	-93
Capa Vegetal	-81
Accidentes	-80
Vegetación Natural	-76
Salud Pública	-65
Cultivos	-63
Terrestre, Aves	-61
Paisaje	-55
Tránsito Vehicular	-49
Tránsito Peatonal	-34
Calidad A. Sup.	-29
Procesos Erosivos	-25
Servicios Públicos	-25
Recreación	-2

Tabla 4.77.- Orden de importancia de los factores ambientales más afectados en la etapa de construcción del proyecto.

Fuente: Los autores

Elemento	Significancia
Calidad Aire	-41
Salud Pública	-38
Accidentes	-36
Tránsito Vehicular	-36
Tránsito Peatonal	-22
Servicios Públicos	-19
Ruido - Vibración	-17
Calidad A. Sup.	-7
Terrestre, Aves	-4
Capa Vegetal	-2
Vegetación Natural	-1

Tabla 4.78.- Orden de importancia de los factores ambientales más afectados en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

Fuente: Los autores

En cuanto a los elementos con significancia positiva se tiene al empleo/microempresa, la economía y plusvalía. En la fase de operación igualmente aparecen los mismos elementos y se incorpora también el paisaje y la recreación, que tiene mucha importancia principalmente por el impulso del turismo.

4.3.2.5 Plan de manejo ambiental

El Plan de Manejo Ambiental es un instrumento de gestión destinado a proveer de una guía de programas, procedimientos, medidas, prácticas y acciones, orientados a prevenir, eliminar, minimizar o controlar aquellos impactos ambientales o sociales negativos determinados como significativos.

De igual forma busca maximizar aquellos aspectos identificados como positivos durante la evaluación del proyecto.

El PMA deberá ser utilizado como una herramienta dinámica, por lo tanto es variable en el tiempo, la cual deberá ser actualizada y mejorada en la medida en que la operación del proyecto lo amerite en base a un plan que permita la implementación de todas las medidas de mitigación y remediación durante las fases de construcción y operación del proyecto.

4.3.2.5.1 Plan de prevención y mitigación de impactos

Las medidas orientadas a la etapa de construcción, están relacionadas directamente con el control de emisiones de polvo, ruido y vibración, además del manejo ambientalmente apropiado de los residuos esperados (tierra, vegetación, residuos de materiales y escombros). Se establecen los siguientes planes generales de prevención y mitigación.

Adicionalmente en el **anexo No. 33** se adjunta el Plan completo para tenerlo como referencia.

a. Plan de manejo de calidad del aire y emisiones de fuentes móviles

- Mantener húmedo el suelo para contrarrestar el polvo.
- Uso de cobertores (plásticos o lonas) para el acopio de materiales con granos finos, incluyendo arena y áridos.
- Mantenimiento preventivo para el buen estado Y funcionamiento de los camiones que transportan los materiales de construcción.
- Se prohibirá la quema a cielo abierto para eliminación de desperdicios y desechos.
- Controlar el uso de productos químicos tóxicos y volátiles para minimizar la emisión de contaminantes hacia la atmósfera.
- Prohibir la utilización de equipos, materiales y maquinarias que produzcan emisiones objetables de gases, olores o humos a la atmósfera.

b. Plan de manejo de atenuación de ruido

- Deberá efectuarse un mantenimiento adecuado de los equipos y maquinarias que se utilicen en el proyecto. Se deberá considerar la utilización y de silenciadores, para el caso de vehículos, maquinaria o equipo pesado y de amortiguadores para mitigar las vibraciones.
- Dotar de materiales de protección auditiva al personal que labora con equipos y cerca de las maquinarias que generen ruido significativo, superior a 80 dB.
- Evitar que los trabajos sean realizados por la noche, a fin de no interferir con las horas de descanso en las zonas pobladas.
- Controlar el volumen de los equipos de música utilizados por los trabajadores.
- Restringir la utilización de sirenas y pitos.
- Prohibir la realización de festejos en el sitio de trabajo y áreas aledañas

c. Plan para el manejo de calidad de suelo

En la etapa de construcción, los impactos identificados en el suelo por efecto del campamento son de carácter irreversible y solamente podrán ser remediados una vez que se haya terminado la construcción.

Para evitar la contaminación del suelo y el subsuelo por el almacenamiento temporal de combustibles y aceites, se deberá tener un estricto control de los tanques que contienen estos materiales, deberá contar con la respectiva señalización y delimitación del área destinada para el almacenamiento, estarán protegidas contra la lluvia y el viento.

d. Plan de manejo de materiales peligrosos

Como materiales peligrosos se tomarán en cuenta productos combustibles, inflamables y reactivos.

No almacenar grandes cantidades de combustibles en el zona de trabajo, la utilización de estos será única y exclusivamente para uso de vehículos y maquinaria pesada, esta no podrá exceder un volumen mayor de 55 galones / maquinaria / día. En el área en donde se manipulen combustibles deberá estar protegida con cubiertas que impidan el ingreso de agua al lugar de almacenamiento de combustibles. Disponer de extintores. Letreros de aviso (NO FUMAR). Evitar derrames.

e. Plan de manejo de calidad del agua y saneamiento ambiental

Las aguas provenientes del uso de sanitarios y duchas utilizadas por el personal encargado de la construcción, deberán ser conducidas adecuadamente hacia un pozo séptico.

Ante eventuales derrames de aceites y combustibles en el sitio del proyecto, éstos deberán ser recogidos de inmediato, retirando todo elemento vegetal o suelo que resultare contaminado.

f. Plan de manejo de flora

Los trabajos de limpieza y desbroce, se limitarán al área física, indispensable para los trabajos de construcción y deberán realizarse en forma tal que causen el mínimo daño posible en zonas aledañas.

Los suelos que resulten afectados (compactación, una vez que se concluyan las actividades deberán ser des-compactados manual o mecánicamente en la superficie del suelo a ser revegetada y restaurada.

Realizar la fertilización del suelo con materia orgánica descompuesta.

Re-establecer la cobertura boscosa en el área de influencia directa, se realizará la reforestación con especies nativas de la región.

g. Plan de manejo de interrupción accidental de servicios básicos

Antes de la fase constructiva, el contratista deberá realizar las verificaciones de campo mediante estudios de planos para localizar sistemas existentes. En el caso que sea imprescindible realizar instalaciones (cajas, pozos, tuberías, ductos, canalización y otro tipo de estructuras), éstas se deben hacer con anterioridad al inicio de los trabajos propios del proyecto. En caso de interrupción accidental el constructor deberá contar con repuestos y demás elementos para la inmediata reparación del daño.

h. Plan de manejo de obstrucción del tránsito peatonal

El contratista deberá construir, instalar y mantener en buen estado accesos peatonales provisionales que permitan el ingreso a viviendas y locales comerciales. Se recomienda colocar señalización preventiva, reglamentaria e informativa en la zona de construcción.

i. Plan de manejo de obstrucción del tráfico vehicular

Diseñar un programa que contemple acciones como desvíos temporales, vías alternas, señalización (preventiva, reglamentaria e informativa), seguridad y visibilidad, para evitar o avisar la obstrucción vehicular en el sector de construcción del proyecto que limite la circulación normal.

j. Plan de manejo de instalación de campamentos

- Disponer de servicio eléctrico, agua, batería sanitaria.
- Cuando se almacene combustible en el campamento se deberá tener cubetos recubiertos con láminas impermeables y equipo contra incendios.
- Implementar prácticas adecuadas de orden y limpieza.
- Disposición de aguas grises y negras
- Clasificación de desechos
- Materiales y equipos para contener derrames.
- Botiquines de primeros auxilios
- Áreas para enfermos

k. Plan de manejo de señalización para seguridad y protección

El contratista deberá cumplir con las siguientes normas y principios:

- Obstaculizar lo menos posible el libre tránsito peatonal o vehicular
- Proporcionar y conservar medios de acceso a viviendas situados en el área de las obras.
- Planificar el trabajo para proporcionar seguridad sobre la base de tres principios fundamentales:
 1. Protección máxima para los trabajadores de la obra.
 2. Protección máxima para la ciudadanía.
 3. Inconvenientes mínimos para el público.

Planificación de trabajo para el manejo de la señalización para seguridad y protección:

- Establecer cronograma de obras
- Planificar los desvíos
- Definir la señalización: tipo y ubicación, personal
- Comunicar a la Policía Nacional

- El personal de área de gestión social informará al público, el cambio de tráfico debido a los trabajos que se realizarán; este comunicado será permanente mientras dure la ejecución de las obras. (Información 8 días antes de iniciar los trabajos)
- Colocar la señalización por parte de los constructores o contratistas (el día anterior a la ejecución de los trabajos).

Señales características y especificaciones

Serán utilizadas durante la etapa de construcción o mantenimiento del proyecto para evitar riesgos de accidentes.

Se colocarán de acuerdo con el diseño y alineación de la vía, de tal forma que los conductores tengan suficiente tiempo para receptar el mensaje, reaccionar y acatarlo, se instalarán en el lado derecho de la calle, donde sea necesario dar énfasis, se colocarán señales similares a ambos lados de la calzada.

Dentro de la zona de construcción, a veces se hace necesario instalar señales en soportes portátiles sobre la calzada.

Deberán colocarse aproximadamente a 300 metros antes de la condición a la que se quiere llamar la atención.

Al usar una serie de señales, la señal más cercana deberá colocarse a 100 metros del punto de comienzo de la situación especial, junto a las señales adicionales que deberán ubicarse a intervalos de 30 metros.

Las señales en soportes fijos, se instalarán en postes sencillos, las de más de 0.90 metros cuadrados de superficie se instalarán en dos postes.

Las señales de prevención se aplicarán con suficiente anticipación, para cerrar u obstruir cualquier parte de la vía, advirtiendo al conductor de la restricción y riesgo en la zona.

Señales preventivas

En forma general las señales se deben colocar de tal manera que los conductores tengan buena visibilidad para detener sus vehículos y/o realizar la maniobra sugerida.

- *Trabajos en la vía.*- Debe ser localizada en la parte inicial de la construcción ó en el desvío que el conductor debe tomar. Se usa como señal de advertencia de obstrucciones o de restricciones. Será utilizada repetidamente y/o conjuntamente con otras señales preventivas y reglamentarias.



Se coloca delante de un punto o un lugar donde están realizando trabajos con maquinaria pesada. Se deben prever el retiro de las señales cuando no se están haciendo trabajos peligrosos en el área.



Señales reglamentarias o restrictivas

Son avisos de advertencia de aproximación a las zonas de construcción; se usan solas o en combinación con señales apropiadas de aproximación a las obras en concordancia con cada situación particular.

- *Carril derecho cerrado.*- Se usa para advertir con anticipación al punto donde una vía de varios carriles ha sido cerrada.



Lleva la leyenda CARRIL DERECHO o IZQUIERDO CERRADO (a 100 m.). Puede ser usada con leyendas apropiadas o conjuntamente con otras señales de construcción.

- *Vía cerrada.*- Se usa para advertir el sitio desde el cual la vía está cerrada a todo el tráfico. Esta señal lleva la leyenda de aviso, VIA CERRADA. Puede ser usada repetidamente con leyendas apropiadas o conjuntamente con otras señales de construcción.



- *Desvío.*- Es utilizada con anticipación al punto donde el tráfico se desvía; se utiliza la leyenda DESVIO (300 m.). Puede ser usada repetidamente con leyendas apropiadas o conjuntamente con otras señales de construcción.



Se usa en un punto donde se ha establecido un desvío debido al cierre al tráfico de la vía. Se debe colocar después de la señal VIA CERRADA. Cada desvío debe ser adecuadamente marcado con indicadores temporales (conos o vallas).

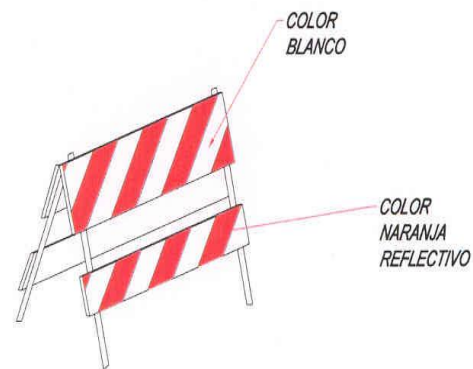


Canalización del tráfico

En el sistema de control de tráfico, cuando se estrecha la vía, es importante la longitud hasta conseguir el nuevo ancho. La inadecuada longitud de estrechamiento produce molestias en el tráfico, produciéndose congestión y accidentes en esas áreas.

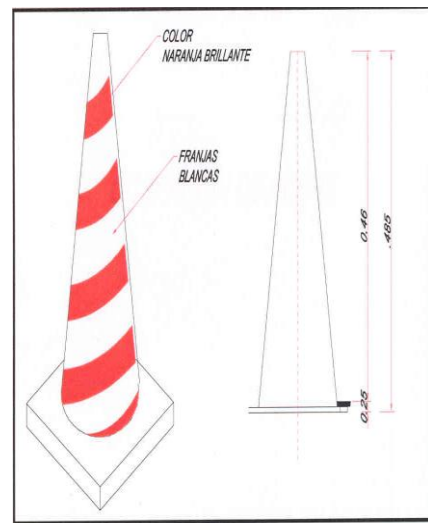
- *Barricadas y medidas de canalización del tráfico.*- se usan para advertir a los conductores del peligro creado por obras de construcción ó mantenimiento en la vía; su función es la de dirigir a los conductores en forma segura a través de la zona de peligro, debe construirse para brindar protección a los trabajadores que se encuentran laborando en la vía.

TIPO (Caballete).- Las bandas blancas y naranjas deben ser refractivas para ser visibles bajo condiciones normales y a un mínimo de distancia de 200 m. cuando son iluminadas por las luces bajas de un automóvil; el color para los otros componentes de la barricada debe ser el blanco.



- *Conos de señalización.*-Deben tener 45 cm. mínimo de alto, con una base ancha, fabricados con materiales resistentes al impacto de vehículos.

El color predominante de los conos debe ser el naranja, Se los utiliza en la ejecución de canalizaciones de tráfico para materializar islas y líneas de separación de flujos de vehículos; en bloqueos para el cierre temporal de vías en el caso de operaciones de emergencia.



En alteraciones temporales del tránsito, para separar el flujo en un desplazamiento lateral diferente de aquel determinado por la señalización horizontal. El espacio entre los conos está determinado por la velocidad de aproximación de los vehículos, puede variar de 1 a 5 m.

I. Plan de manejo de remoción de derrumbes menores

Consiste en la eliminación manual de volúmenes de material menores a 50 m³/km, cuando estos interrumpan o dificulten el normal paso de equipo rodante o cuando obstruyan el drenaje normal de las cunetas, obras de arte, civiles y geotécnicas de protección ambiental.

Lo que se pretende es prevenir afectaciones sobre los recursos suelo, agua, y estabilidad geotécnica del área de influencia directa del proyecto.

4.3.2.5.2 Plan de información y educación ambiental

Su objetivo es impartir conocimientos sobre temas ambientales.

Los empleados y población involucrada e identificada en el área de influencia directa, deberán ser provistos de la siguiente información:

- Impactos negativos y positivos asociados con el desarrollo de las actividades del proyecto en sus diferentes fases.
- Pautas operacionales ambientales para desarrollar las actividades de construcción y operación de ser posible.
- Conocer “qué hacer” en el evento de una emergencia ambiental por ejemplo, medidas de respuesta frente a un accidente de un trabajador, derrames, incendio, etc.
- Conocer los números de teléfonos de contactos y nombres de personal de las compañías contratistas, en los departamentos o áreas a cargo de los temas de seguridad medio ambiental, manejo de impactos negativos socio-ambientales, relaciones comunitarias y seguridad.
- Adicionalmente los programas de capacitación y de educación sanitaria y ambiental se deberán poner énfasis en los siguientes principios:
- Quien usa, paga; quien daña, paga.
- Participación y autogestión comunitarias.
- Aprender – haciendo.
- La gestión sanitaria y ambiental es tarea de todos, nadie puede ser sustituido.
- Lo que pertenece a todos, es deber de todos cuidarlo, porque a todos sirve.

Para lo antes mencionado deberá considerarse la tabla 4.79

Detalle	Proceso
Información de las características del proyecto	Instalación de vallas con las características técnicas del proyecto
Reuniones informativas con dirigentes locales	Exposición ambiental educativa inicial
	Exposición del avance de las obras del proyecto, conflictos surgidos, etc.
Campañas de concienciación y educación ambiental	Charlas educativas sustentadas por especialistas
	Distribución de folletos

Tabla 4.79.- Consideraciones para el manejo de información y educación ambiental.

Fuente: Los autores

4.3.2.5.3 Plan de monitoreo ambiental

El presente plan se propone con la finalidad de realizar el seguimiento y control de la aplicación oportuna y adecuada de las medidas propuestas en el plan de manejo ambiental. La Gestión ambiental viene dada en la figura 4.24

La tabla 4.80 indica una matriz de seguimiento del plan manejo y monitoreo ambiental donde la responsable de las medidas planteadas durante la construcción del proyecto.

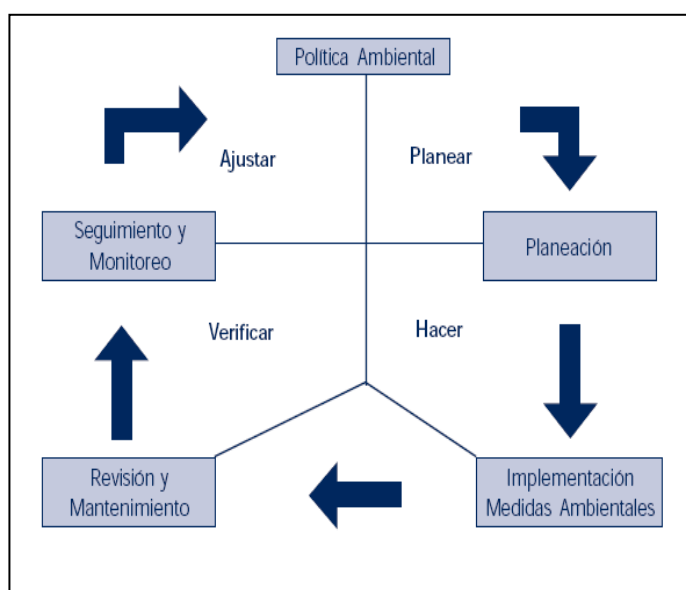


Figura 4.24.- Modelo de gestión ambiental.

Fuente: Los autores

Actividad	Responsable	Frecuencia	Indicador de verificación	Criterio de aceptación
Verificación de la correcta ubicación de maquinaria y de campamentos	Contratista y Fiscalización	Diaria	Informe de fiscalización	Máximo una inconformidad por semana
Verificación de la utilización de señales preventivas y reglamentarias	Contratista y Fiscalización	Diaria	Número de inconformidades al contratista	Máximo una inconformidad por semana
Verificación de la utilización de equipos de protección personal de los obreros	Contratista y Fiscalización	Permanente	Número de inconformidades al contratista	Máximo una inconformidad por semana
Verificación de transporte adecuado de materiales	Contratista y Fiscalización	Diaria	Número de vehículos sin cobertores	< 5%
Control de ruido, vibraciones, y humo de vehículos	Contratista y Fiscalización	Diaria	Número de inconformidades al contratista	<80 decibeles establecidos en la norma
Revegetación	Contratista y Fiscalización	Inicio y finalización de obra	Porcentaje de área revegetada	<80%
Verificación de la eliminación adecuada de los desechos sólidos generados en el campamento y obra (aceite usado, desechos humanos, basura, etc.)	Contratista y Fiscalización	Permanente	Número de inconformidades al contratista	Máximo una inconformidad por semana
Control de almacenamientos de aceites, grasas y agua residuales, sin que se produzca pérdidas y vertidos accidentales a los suelos y causes.	Contratista y Fiscalización	Permanente	Número de inconformidades al contratista	Máximo una inconformidad por semana
Control de excavaciones	Contratista y Fiscalización	Permanente	Informe de fiscalización	Máximo una inconformidad por semana
Control de mantenimiento de vehículos	Contratista y Fiscalización	Quincenal	Número de inconformidades al contratista	Máximo una inconformidad por quincena
Control de capacitación, educación ambiental	Contratista y Fiscalización	Mensual	Número de inconformidades al contratista	Máximo una inconformidad por mes
Control de calidad del aire	Contratista y Fiscalización	Permanente	Número de inconformidades al contratista	Máximo una inconformidad por semana
Verificación de la adecuada instalación de los medios para controlar la erosión y el drenaje	Contratista y Fiscalización	Permanente	Número de inconformidades al contratista	Máximo una inconformidad por semana

Tabla 4.80.- Matriz de seguimiento del plan de manejo y monitoreo ambiental en la etapa de construcción del proyecto.

Fuente: Los autores

4.3.2.5.4 Plan de contingencias

Está orientado a todos los lugares de trabajo, ya sean estos fijos o móviles, oficinas en obra, frentes de obra, lugares de almacenamientos de materiales, y cualquier sector que se encuentre vinculado con el proyecto en el cual se puedan generar incidentes, así mismo todas las personas que estén directa o indirectamente relacionados con la ejecución.

Niveles de gravedad de incidentes o accidentes:

- NIVEL I (Ligero): situaciones que pueden ser manejadas fácilmente en obra por medio de personal de la constructora.
- NIVEL II (Medio): no existe un peligro inmediato fuera del área de la obra, pero si existe un peligro potencial que se pueda expandir más allá de los límites del área donde se esté ejecutando el trabajo.
- NIVEL III (Grande): se ha perdido el control de las operaciones de trabajo de la compañía, en este nivel existe la posibilidad de que existan empleados gravemente heridos o hasta muertos.

Procedimientos de notificación de incidentes o accidentes:

- En primera instancia se deberá notificar de forma "urgente" al Fiscalizador y Supervisor de la obra.
- Notificación a las autoridades en el caso de que existan fallecidos.

Conformación del grupo o brigada de emergencia

El grupo o brigada de emergencia estará conformada en primera instancia por el jefe de emergencia, un coordinador o jefe de brigada, grupo de ataque y grupo de apoyo, estos dos últimos estarán conformados por los trabajadores que se encuentren en el lugar de operaciones como se indica en la figura 4.25

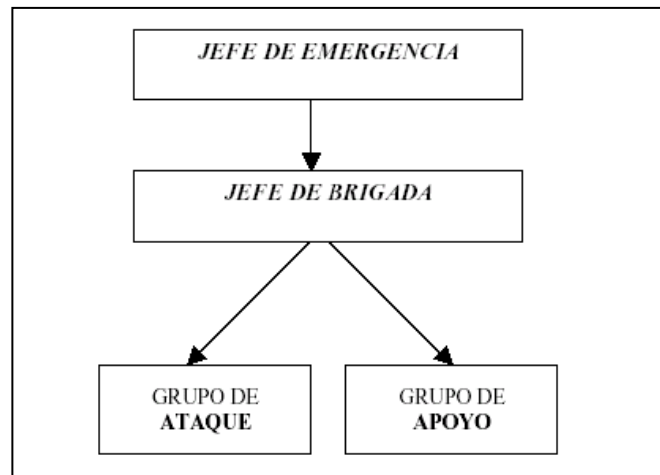


Figura 4.25.- Jerarquización de la brigada de emergencia..

Fuente: Los autores

Organización de la emergencia

Para este caso la empresa constructora deberá delegar y entrenar al personal encargado de la obra para que lleven a cabo tareas de seguridad en caso de derrumbes, incendios, accidentes, etc. comunicándolo al Cuerpo de Bomberos, Cruz Roja, Defensa Civil etc.

Las actividades generales que el personal o equipo designado deberán realizar para coordinar y dirigir este tipo de contingencias son:

- Jefe de emergencia, define y toma todas las decisiones ante una emergencia y será el encargado de guiar y poner al personal fuera de peligro mientras dure la misma.
- Coordinador de relaciones públicas, su función es la de comunicación con organismos externos: Policía, Cruz Roja o Bomberos según sea del caso.
- Coordinador de primeros auxilios, el supervisor de la obra, tomará las acciones correspondientes en caso que alguna persona requiera de primeros auxilios hasta que llegue ayuda médica.
- Jefe de la brigada contra incendios, dirigirá la Brigada contra Incendios intervendrá como soporte técnico ante la emergencia.

La matriz de responsabilidad del Plan de Contingencias está indicada en la tabla 4.81

De ser necesario, se deberá efectuar un trabajo de coordinación interinstitucional.

Institución	Responsabilidad
Contratista y Fiscalización	Coordinación de las actividades incluidas en el Plan de Contingencias
Defensa Civil y Cuerpo de Bomberos	Ejecución de la contingencia
Policía Nacional	Mantenimiento del orden y la seguridad ciudadana durante la contingencia
Municipio y Contratista	Manejo de desechos sólidos y escombros
Cruz Roja	Primeros auxilios

Tabla 4.81.- Matriz de responsabilidad del plan de contingencias.

Fuente: Los autores

Por otra parte, el Superintendente de obra deberá dar a conocer, las normas de seguridad, a todas las personas nuevas que se incorporen a trabajar. Igualmente,

Para minimizar los riesgos ocasionados por diversas actividades, deberá informar a la comunidad sobre su realización, delimitar y señalar claramente las áreas de acceso restringido, los tipos de riesgo y las acciones a tomar en caso de emergencias. Se recomienda instalar rótulos informativos acerca del proyecto, la duración de las obras, etc.

El constructor deberá adoptar las medidas y controles que sean necesarios para preservar el bienestar de la comunidad vecina. Especial interés se dará a la hora de descanso del personal luego del almuerzo, por lo que se sugiere mantener una vigilancia de los sitios concurridos por el personal, con el fin de identificar problemas y plantear soluciones. Adicionalmente, si por acciones del proyecto es necesario suspender algún servicio público, la constructora deberá informar del hecho a la comunidad, con la suficiente anterioridad.

Como requerimientos mínimos de seguridad y salud ocupacional, se debe considerar las siguientes medidas:

1. Instruir al personal técnico y obrero previo el inicio de la construcción de las obras, sobre los siguientes temas:

Importancia de la seguridad en los trabajos, Importancia de informar y analizar los accidentes, ¿Qué es el equipo de protección personal? ¿Cuándo debe usarse, cómo se usa correctamente y para qué sirve?, Higiene personal y colectiva, Conciencia ambiental, Prevención de accidentes

2. El personal técnico y obrero deberá estar provisto con indumentaria y protección para efectuar el trabajo asignado. El equipo mínimo obligatorio, comprenderá:

Casco de seguridad, Calzado de seguridad, Protección auditiva , Protección ocular, Chalecos refractivos, Guantes

3. Es importante que el contratista disponga de un botiquín de primeros auxilios e implementos básicos para cubrir atenciones emergentes.

Demarcación de áreas de trabajo

En cada tramo de la obra, el Contratista propondrá el límite de la zona de trabajo que utilizará en todo su perímetro mediante el uso de cintas refractivas de señalización apoyadas en soportes con bases portátiles de hormigón. Se podrá usar también otros objetos portátiles, como vallas plegables de metal, vallas de plástico o madera, conos de plástico, para definir el perímetro de las obras.

El uso de objetos más masivos, como troncos de pirámide en concreto, tanques metálicos y otros, podrá ser utilizadas de ser necesarios como medidas para minimizar el riesgo de colisiones de vehículos contra tales objetos.

El Contratista tomará las medidas del caso para que estas divisiones cumplan su función mientras sea necesario; posteriormente, las retirará de inmediato.

Reglas e instrucciones de cumplimiento obligatorio en las instalaciones del campamento.

Uso o consumo de alcohol y drogas.- Se prohíbe el consumo de alcohol o drogas en el trabajo o en cualquier instalación de la compañía. Cualquier persona que se encuentre bajo la influencia del alcohol o de drogas será retirada del área de trabajo y se le suspenderá inmediatamente de sus funciones.

Posesión de Armas.- Se prohíbe poseer armas en las instalaciones de la compañía, el personal de Seguridad Física es el único autorizado a portar armas, previa verificación de su entrenamiento y presentación de la licencia que habilite su uso.

4.3.2.5.5 Plan de seguridad industrial y salud ocupacional

Para el desarrollo del Plan de seguridad industrial y salud ocupacional se tomó en cuenta el decreto 2393 del ministerio de relaciones laborales, reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente del trabajo.

Adicionalmente se utilizó el reglamento de seguridad y salud para la construcción y obras públicas.

Comité de Seguridad e Higiene del Trabajo

Estará integrado por dos representantes de los trabajadores y por un representante del empleador.

Velará por el cumplimiento de las normas legales y reglamentarias de prevención de riesgos del trabajo dispuestas en el Código del Trabajo y Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente del Trabajo.

Sus funciones son:

Analizar y opinar sobre el Reglamento de Seguridad e Higiene de la empresa.

Realizar la inspección general de instalaciones y equipos de los centros de trabajo. Conocer los resultados de las investigaciones que realicen organismos especializados. Cooperar y realizar campañas de prevención de riesgos del trabajo.

Departamento de Seguridad e Higiene del Trabajo

Sus funciones son:

Reconocer y evaluar riesgos que existen en los proyectos que ejecuta, Controlar los riesgos profesionales que enfrentan los trabajadores. Promover la seguridad y adiestrar a los trabajadores en la prevención de accidentes y enfermedades. Llevar un registro de accidentes. Proveer asesoramiento técnico, en materia de control de incendios, almacenamientos adecuados, protección de maquinaria, instalaciones eléctricas, primeros auxilios, control y educación sanitaria, ventilación, protección personal, etc.

Normas generales de seguridad y salud

Cumplir estrictamente con el Código del Trabajo y el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo del Estado Ecuatoriano, reglamentos referidos a esta materia que tengan que ver con la seguridad y salud de los trabajadores y normas internacionales de seguridad.

Asegurar la salud y seguridad de todos los trabajadores, empleados, visitantes, transportistas, clientes y contratistas.

- Asegurar la sanidad y seguridad del ambiente de trabajo.
- Corregir actos, condiciones y equipos reconocidos como inseguros.
- Dotar a los empleados el equipo de protección personal requerido para el trabajo que ejecutan.
- Entrenar a los trabajadores y empleados en el uso de los equipos de protección personal.

- El departamento médico de la empresa se encargará de promocionar la salud de todos los trabajadores.
- La Unidad de Seguridad e Higiene del Trabajo tiene la obligación de capacitar a todos los trabajadores, empleados en seguridad industrial e higiene para, evitar accidentes y enfermedades profesionales.
- Es obligación del trabajador cuidar su equipo de protección personal, no venderlo, cambiarlo o permutarlo.
- Si el trabajador no cumple con las disposiciones que se encuentran en el Reglamento de Seguridad e Higiene del Trabajo, será sancionado de conformidad con lo establecido en el Código del Trabajo.
- Todo trabajador tiene la obligación de conocer y cumplir las disposiciones contenidas en éste Reglamento.
- El personal administrativo y los obreros deben utilizar permanentemente el equipo de protección personal que proporcione la empresa.
- Todo miembro de la compañía debe comunicar inmediatamente cualquier deterioro, desperfecto o extravío de los equipos de protección personal o de elementos de trabajo que puedan afectar su propia seguridad o la de sus compañeros.
- El personal debe conocer la ubicación de los extintores, camillas, botiquines y cualquier otro equipo de seguridad de manera que pueda usarlo correctamente cuando las circunstancias lo requieran.
- Todo miembro del personal de la empresa debe denunciar cualquier síntoma o signo de enfermedad que afecte su integridad o la de sus compañeros.

Normas generales de orden y limpieza

El personal administrativo y laboral debe mantener en orden los sitios de trabajo, lo cual implica que: a) ningún instrumento de trabajo ni herramienta deben quedar abandonados ni tirados en el suelo; y, b) todo miembro de la empresa debe dejar el sitio de trabajo en orden y con las seguridades debidas.

El personal administrativo y laboral debe cumplir con las siguientes normas de orden y limpieza:

- El material propio del trabajo debe estar separado del equipo de seguridad.
- Los vehículos deben estar estacionados en los lugares destinados para ello, dejando libres los espacios de circulación.
- No poner los materiales cerca de bordes de donde pueden derrumbarse, caerse o virarse con facilidad.
- Los recipientes que contienen materiales deben ser almacenados en lugares adecuados y con la debida identificación del producto. Aceites, combustibles o cualquier otro material deben colocarse en los sitios designados para ello.
- Después de la jornada de trabajo, se procederá a limpiar cada sitio de labores y la basura se colocará en los recipientes correspondientes. La basura debe ser eliminada todos los días.
- No olvidar que un buen trabajo es un trabajo limpio y un trabajo limpio es un trabajo seguro. Por tanto, hay que mantener el área de trabajo limpia y libre de escombros. Antes de salir, limpiar el área de trabajo.

Higiene industrial

- La Unidad de Seguridad e Higiene del Trabajo tiene la obligación de prevenir las enfermedades profesionales.
- Las actividades de higiene industrial contarán con el apoyo del departamento de Seguridad e Higiene del Trabajo y de los jefes y supervisores de las obras.
- Se tomará muy en cuenta los riesgos producidos por el ruido. El límite máximo permitido para un ambiente ruidoso 8 horas de labor es de 85 dB (decibelios).
- Se deberá tener cuidado con las lámparas fluorescentes, las cuales afectan a la vista.
- Las personas que trabajan en los ordenadores deben separar su vista de éstos por lo menos 5 minutos cada 2 horas.

Prohibiciones a los trabajadores

La compañía debe prohibir estrictamente a todo trabajador la ejecución de los siguientes actos:

- Desobedecer las normas de seguridad en sus labores.
- Emplear equipos inseguros o inadecuados.
- Retirar protecciones o partes de los equipos y herramientas.
- Dejar inoperantes dispositivos de control y/o seguridad.
- Mantener en funcionamiento los equipos cuando se realice la limpieza, mantenimiento o llenado de combustible.
- Realizar un trabajo sin planificación y orden previa.
- Manejar materiales en forma incorrecta.
- Sobrestimar la capacidad física individual.
- Adoptar o cometer actitudes temerarias.
- Permanecer en el sitio de trabajo bajo la influencia de bebidas alcohólicas o de cualquier droga o tóxico ilegal.
- Fumar en áreas que contengan materiales combustibles, combustibles, o líquidos inflamables.
- Realizar bromas o juegos durante las labores o cuando se recorre el proyecto o la construcción.
- Gritos desmedidos y lenguaje grotesco e hiriente.
- Portar armas de fuego o corto punzantes, salvo que sea dotación que la compañía entrega.
- Negligencia en tomar precauciones personales y para proteger los bienes materiales de la empresa.
- Operar el equipo sin la correspondiente autorización.
- Abandonar el sitio de trabajo o el campamento sin autorización.
- No dar cumplimiento con los avisos a los trabajadores o destruirlos.
- Viajar en vehículos particulares que no tengan las seguridades para transporte de personas.
- Obstruir la accesibilidad a los equipos contra incendios.
- La inobservancia de las medidas de prevención de riesgos determinados en este Reglamento de Seguridad e Higiene del Trabajo, constituye una causa legal para la terminación del Contrato de Trabajo.
- No se considerarán riesgos de trabajo con derecho a indemnizaciones, los que ocurran por hallarse el trabajador en estado de embriaguez o bajo la acción de cualquier droga o tóxico.

Tampoco cuando el trabajador ocasione intencionalmente, por sí mismo o valiéndose de otras personas, la incapacidad suya o la de otros trabajadores u ocasione un siniestro en el que esté sindicado el propio trabajador.

- La incapacidad originada por “culpa grave” del propio trabajador no será considerada riesgo del trabajo para el otorgamiento de las prestaciones por parte del IESS.
- Cuando un trabajador se niega a colaborar en el trámite o investigación de un accidente por riesgos laborales, se oficiará a las autoridades del trabajo y al IESS.
- Cuando un trabajador reiteradamente hace caso omiso de las normas del presente Reglamento, de acuerdo con la gravedad de la falta, se aplicarán las siguientes sanciones:
 - ☒ Amonestación verbal
 - ☒ Amonestación escrita
 - ☒ Amonestación con copia a la Inspección de trabajo
 - ☒ Aplicación del Código del Trabajo.

Cuidado de la salud mental

- Establecer buena comunicación con los superiores, subalternos y compañeros de trabajo. Receptar y entregar mensajes claros y coherentes.
- Evitar comentarios infundados y cuando sea necesario opinar, hay que hacerlo en forma directa y constructiva. Frente a los problemas no buscar culpables sino ofrecer soluciones.
- Compartir con los compañeros de trabajo los momentos destinados para refrigerio, almuerzo o celebraciones especiales. Es necesario y motivador, pero se debe hacerlo en los lugares destinados para ello.
- No comer ni beber en el puesto de trabajo. No es ético y resta imagen a la empresa. Además, puede contaminar los alimentos.
- No fumar en sitios públicos, oficinas y recintos con riesgo de incendio y explosión. Las personas que quieran fumar, deben hacerlo en lugares destinados para ese propósito.

- Aprovechar todos los momentos libres y pausas en el trabajo para relajar los músculos y eliminar la tensión. Esto despejará la mente y mejorará el rendimiento.

Responsabilidades de seguridad de los supervisores

Los supervisores de las obras tienen las siguientes responsabilidades:

- Promover la seguridad y salud de todos los trabajadores y empleados.
- Vigilar constantemente que los métodos de trabajo sean los adecuados y que el personal a su mando los aplique correctamente.
- Asegurar que los trabajadores y empleados usen correctamente los equipos de protección personal y que observen los procedimientos de seguridad.
- Reportar todos los actos peligrosos y las condiciones inseguras.
- Capacitar a los trabajadores y empleados en la prevención de lesiones y accidentes de trabajo, esto es primeros auxilios.
- Reportar los accidentes y los daños a la propiedad dentro de 24 horas de ocurridos.
- Dirigir reuniones de seguridad e higiene industrial con los trabajadores.
- Asumir la responsabilidad y actuar en todas las situaciones y condiciones de emergencia.
- Corregir las condiciones o actos inseguros, tales como reparar, remover o apagar las máquinas o los equipos inestables.
- Estimular a los trabajadores y empleados que observan las acciones inseguras y promover un ambiente en el cual la crítica constructiva ayude a todos.

Riesgos durante el uso de maquinaria

La maquinaria en general presenta principalmente los siguientes riesgos detectables: Vuelco, Atropello, Atrapamiento, Los derivados de operaciones de mantenimiento (quemaduras, atrapamientos, etc.), Vibraciones, Ruido, Polvo ambiental, Desplome de taludes sobre la máquina, Desplomes de árboles sobre la máquina, Caídas al subir o bajar la máquina, Pisadas en mala posición (sobre cadenas o ruedas), Otros.

Medidas para la prevención de accidentes

- Se eliminarán todos los materiales sueltos de los frentes de excavación que por su situación ofrezcan riesgo de desprendimiento.
- El frente y parámetros de excavación deben ser inspeccionados siempre al iniciar (o dejar) los trabajos por el supervisor o el encargado, quien señalará los puntos que deben tocarse antes del inicio (o cese) de las tareas.
- Se señalará mediante una línea (yeso o cal) la distancia de seguridad mínima de aproximación al borde de una excavación (mínimo 2 m como norma general).
- El supervisor o el encargado de obra inspeccionará las entibaciones antes del inicio de cualquier trabajo.
- Deben eliminarse los árboles, arbustos y matorrales cuyas raíces queden al descubierto y merman la estabilidad propia del terreno.
- Deben utilizarse testigos que indiquen cualquier movimiento de terreno que suponga riesgo de desprendimientos.
- Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas, con el fin de evitar los riesgos de caídas o atropellos.
- Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.
- Se prohíbe la realización de replanteo o de mediciones en las zonas donde están operando las máquinas para el movimiento de tierras. Antes de proceder a las tareas enunciadas, será preciso parar la maquinaria o alejarla.
- Se prohíben trabajos en la proximidad de postes eléctricos y de teléfonos, cuya estabilidad no quede garantizada al inicio de las tareas.

Para evitar los riesgos y accidentes de trabajo se deberá considerar las siguientes indicaciones de precaución:

- Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, bloqueo, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y anti-impactos, y un extintor.

- Las máquinas serán inspeccionadas diariamente controlando el buen funcionamiento del motor, sistemas hidráulicos, frenos, dirección, retroceso, transmisiones, cadenas y neumáticos.
- El supervisor de seguridad redactará un parte diario sobre las revisiones que se realizan a la maquinaria, que será presentado al jefe de obra y que estará a disposición de la dirección facultativa.
- Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con señales de peligro, para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.
- Antes de abandonar la cabina, el maquinista debe dejar en reposo, en contacto con el suelo, la cuchilla o brazo, puesto el bloqueo. Parado el motor y sacada la llave de contacto, para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.
- Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite para evitar los riesgos de caída.
- Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.
- La presión de los neumáticos de la maquinaria será revisada y corregida en su caso diariamente.
- Se debe reconsiderar la conveniencia del uso de la bocina intermitente de retroceso cuando están muchas máquinas en funcionamiento al mismo tiempo. La variación sonora puede provocar confusión.

Procedimientos de bloqueo

- Todo equipo que pueda girar o moverse accidentalmente, deberá bloquearse y asegurarse de tal modo que la fuente de energía eléctrica se desconecte, mientras trabaja directamente o alrededor del equipo.
- No es permitido subirse en los cubos de carga que se levantan como plataforma, a menos que el cubo esté bloqueado y asegurado para prevenir caídas accidentales. No se debe depender del sistema hidráulico en ninguna máquina, se debe usar las plataformas apropiadas para trabajar sobre ellas.

- Mientras se trabaja bajo un equipo móvil pesado, hay que asegurarse que la máquina y sus partes móviles, tales como el cucharón, estén bloqueados para prevenir caídas accidentales.

Procedimientos eléctricos seguros

- Todos los trabajos eléctricos deben ser realizados por un electricista autorizado.
- Los peligros eléctricos deben ser reportados inmediatamente a los supervisores de obra y cualquier área eléctrica peligrosa debe aislarse poniendo barreras para todos los empleados, hasta que se corrijan.
- Los trabajos eléctricos deben realizarse de manera técnica y apropiada para seguridad de los trabajadores. No se permitirá ni tolerará ningún trabajo sin autorización del jefe inmediato.

Operación de equipos motorizados

- Se debe trabajar a baja velocidad.
- Operar de manera controlada y cuidadosa y esperar siempre lo inesperado.
- Antes de operar el equipo hay que asegurarse de que esté en buenas condiciones y listo para una operación segura. Revisar todos los detalles requeridos por el supervisor.
- Nunca se debe exceder los límites de carga del equipo motorizado.
- El operador debe ser cuidadoso con los cables de energía sobre su cabeza y otros obstáculos.
- Debe asegurarse de que todas las personas estén alejadas antes de operar un equipo móvil.
- No subirse ni bajarse de un equipo en movimiento.
- Las horquillas o uñas (tenedores o trinchas) no se llevarán a más de 8" (pulgadas) sobre el suelo cuando están en movimiento.

Conducción de vehículos

Los choferes tienen las siguientes obligaciones:

- Tener actualizada su respectiva licencia de conductor.
- Deben saber y aplicar las regulaciones de tránsito vigentes en el país.
- Deben usar y obligar a los pasajeros a usar los cinturones de seguridad.
- No llevar pasajeros particulares por ningún concepto.
- Tomar las precauciones pertinentes para el transporte de pasajeros, combustibles, materiales, equipos y provisiones.
- Realizar el respectivo mantenimiento del vehículo a su cargo en el tiempo estipulado.
- No permitir a los pasajeros que viajan en el cajón, que vayan parados, sentados en los filos o en la compuerta.
- Comunicar cualquier desperfecto en el vehículo.
- Si no existe otra disposición, la velocidad máxima a la que se debe guiar el vehículo es de 45 km/h.
- Ningún chofer podrá conducir el vehículo bajo los efectos de bebidas alcohólicas o drogas.
- No permitir que otras personas conduzcan el vehículo. El chofer es responsable en caso de accidente.
- No abandonar el vehículo dejándolo prendido.

Durante el transporte en vehículos, se debe observar rigurosamente las leyes y reglamentos expedidos por las respectivas autoridades de tránsito y las disposiciones del Departamento de Seguridad e Higiene del trabajo.

- Todo vehículo debe portar:
 - 1) Llanta de repuesto
 - 2) Gato mecánico o hidráulico
 - 3) Llave de ruedas
 - 4) Botiquín de primeros auxilios
 - 5) Triángulos de seguridad

6) Extintor de 5 lbs.

- Revisar diariamente los vehículos antes de ponerlos en movimiento. El agua, el aceite, los frenos, las luces, las llantas y las señales deben estar en condiciones de operación.
- Verificar que el peso del personal, herramientas, materiales, equipos, etc., transportado, no sobrepase los límites establecidos para cada vehículo.
- Dentro de las cabinas, el conductor permitirá como máximo el número de pasajeros establecido para el vehículo. Cada pasajero deberá usar el respectivo cinturón de seguridad y su casco protector.
- Las herramientas, materiales, equipos y víveres deben colocarse y asegurarse ordenadamente en el vehículo.
- Se debe inmovilizar los objetos que se transportan. El personal administrativo, el capataz o el chofer deberán verificar la solidez de las ataduras y amarras para asegurar los objetos.
- Cuando se transporten objetos de mayor longitud que la del vehículo, se debe colocar en los extremos del objeto banderolas de color rojo vivo.
- Queda terminantemente prohibido al personal:
 - 1) Subirse o bajarse de un vehículo en marcha.
 - 2) Ubicarse en un vehículo cargado cuyo peso, forma y volumen sean susceptibles de provocar un accidente.
 - 3) Mantenerse de pie, en los estribos o guardachoques, en un vehículo en marcha.
 - 4) Fumar o hacer ajuste al vehículo durante la carga de combustible o cuando lo transporta.

Mecánicos

- Mantener su área de trabajo en orden y limpia.
- Utilizar un desengrasante (y no un combustible) para lavar las piezas.
- Mantener los equipos con sus respectivas guardas de seguridad.
- Utilizar los protectores visuales cuando se trabaja con equipos que despidan residuos o limallas.

- Usar guantes cuando se trabaje con esmeriles, taladros, martillo, combos.
- Antes de usar el taladro, debe asegurarse que la broca esté apretada en el mandril.
- No taladrar piezas que no están fijas
- Limpiar los equipos después del trabajo.
- No dejar combustible en lugares de circulación o después del trabajo.

Bodegas

El mantenimiento ordenado, seguro y limpio de las bodegas requiere lo siguiente:

- Cada artículo debe tener un lugar determinado en la bodega.
- No almacenar víveres junto a pinturas, plásticos, jabones, detergentes u
 - otros elementos nocivos.
- Se debe llevar un kárdex y mantenerlo actualizado.
- Los envíos a los grupos de trabajo deben realizarse de acuerdo con los pedidos y en el menor tiempo posible.
- Verificar el stock existente y realizar los pedidos correspondientes de forma que exista lo suficiente para casos de emergencia.

Guardianes

Los guardianes tienen las siguientes obligaciones:

- No deben permitir el ingreso a personas ni vehículos sin la autorización respectiva.
- Deben registrar el ingreso y salida del campamento de todo vehículo.
- Deben detectar y comunicar inmediatamente a la administración la presencia de extraños.
- Deben informar el sitio de estacionamiento al conductor del vehículo que ingresa.
- No deben permitir el ingreso de personas en estado etílico o bajo los efectos de drogas.

4.3.2.5.6 *Plan de manejo de desechos sólidos*

Estas disposiciones deben ser obligatorias durante la estadía del personal en el campamento.

Los colores de los recipientes serán:

- Verde: Desechos orgánicos, papel, cartón, desechos de comida y plásticos.
- Amarillo: Filtros usados de gasolina, aceite o diesel, trapos, guantes embebidos con combustibles, latas o restos de pintura.
- Azul: Desechos metálicos, chatarra, cables de acero y eléctricos, madera.
- Rojo: Material contaminante como elementos de limpieza, pilas y material contaminado con combustibles que potencialmente puedan ser inflamables.

Estos recipientes deberán encontrarse protegidos en lugares que estén bajo una cubierta ya sea de madera, plástico o cualquier tipo, con el objeto de impedir el ingreso de la lluvia, evitar que se produzcan lixiviados de los recipientes. Los recipientes deberán mantenerse tapados para evitar dispersión por el viento o manipulación por parte de animales.

La disposición o destino final de los desechos sólidos se realizará en coordinación con el personal asignado por parte del contratista. Los desechos deberán entregarse oportunamente al servicio de recolección.

Dentro de la oficina del campamento se deben considerar las siguientes recomendaciones:

- No tirar vidrios sueltos en las canastillas para basura, hay que envolverlos en un papel y marcarlo: “vidrios”. Dejar junto a la canastilla de basura para que el encargado de la limpieza lo recoja con cuidado.
- No tirar las colillas de los cigarrillos o fósforos prendidos en los cestos de basura porque pueden causar incendios.
- Retirar la basura todos los días o cuando sea necesario.
- ¡Una oficina limpia es una oficina segura!

4.3.2.5.7 *Plan de relaciones comunitarias*

El (PRC) contempla brindar información a la ciudadanía en general y a los beneficiarios o afectados en particular sobre el alcance, impactos positivos y afectaciones puntuales del proyecto. Las reuniones con los representantes de la comunidad deberán ser registradas en actas o documentos que abalicen su realización.

Debido a la importancia que posee el factor socio-ambiental en la realización de proyectos, se torna necesaria la elaboración de un Plan que facilite la relación entre la comunidad y la compañía ejecutora del proyecto.

La finalidad del PRC, es responder a las posibles inquietudes que tenga la comunidad respecto a la rehabilitación, operación y mantenimiento del proyecto; así como también, busca la integración de la población a través de la participación ciudadana.

Para facilitar las buenas relaciones con la comunidad se deberá entregar material impreso (panfletos, trípticos) y realizar charlas informativa para resolver conflictos o para atender pedidos de la comunidad, a fin de fomentar las relaciones de buena vecindad con la población del área de influencia directa.

Es importante definir la fecha de exposición al público del Plan de Manejo Ambiental, de todos y cada uno de los componentes que lo integran, con énfasis en las acciones relacionadas con la comunidad.

Se recomienda que la constructora del proyecto establezca un sistema de comunicación adecuada con la población del área de influencia directa, mediante el cual se les informe eventualmente sobre los diferentes aspectos del proyecto. Cabe mencionar también que algunas de las personas de las poblaciones beneficiadas podrían formar parte del personal de la empresa constructora.

La constructora, diseñará acciones conjuntas como parte del plan de relaciones comunitarias en su zona, las mismas que buscan participar activamente con las entidades educativas y sociales en el área de influencia directa del proyecto, para apoyar las actividades más importantes que contribuyan al desarrollo, mejoramiento del sector y cuidado de la zona.

Las actividades para el desarrollo de los talleres informativos serán las siguientes:

- Identificar los líderes comunitarios e institucionales de las localidades donde se convocará la población a participar de los talleres.
- Concertar la fecha de la realización y convocar a los participantes.
- Diseñar los talleres y preparar los materiales para llevarlos a cabo.

Los talleres de información y participación comunitaria, deberán desarrollar entre otros los siguientes aspectos: Objetivos, Características técnicas del Proyecto, Principales efectos ambientales y Medidas ambientales para el manejo de los impactos que desarrollará el Proyecto, Responsabilidad ciudadana frente al proyecto. Además de dar a conocer tanto por parte de la población como de la empresa constructora sus inquietudes acerca del proyecto.

4.3.2.5.8 Plan de abandono y rehabilitación de zonas afectadas

El objetivo principal es restablecer las condiciones iniciales de las áreas utilizadas, alteradas o afectadas por la ejecución del proyecto, la restauración de dichas zonas deberá hacerse bajo la premisa que las características finales de cada una de las áreas ocupadas deben ser en lo posible iguales o superiores a las que tenía inicialmente.

Por tal motivo, el Contratista debe realizar la limpieza general de las zonas utilizadas en la construcción tanto de las redes de alcantarillado como de la planta de tratamiento; por tanto habrá que retirar equipos, obras provisionales, cables, escombros, chatarra, alambrados, instalaciones sanitarias, restos de asfalto, hormigón, tubería, madera, hierro, etc.

El plan de abandono debe contemplar los siguientes puntos:

- La capa orgánica de suelo que es removida por motivos de la ejecución del proyecto debe ser restituida al suelo.
- En caso de que existan suelos contaminados en el área a ser recuperada se debe reemplazar por material nuevo y limpio, y se deberá remediar y descontaminar, ya sea por gestión directa de la constructora o mediante la contratación de terceros.
- Al abandono de los campamentos, se deberán dismantelar las adecuaciones provisionales que se tengan, para abastecimiento de agua, los sistemas de tratamiento, las baterías sanitarias, etc.
- En lo que tiene que ver con los campamentos, en el momento que se realice el abandono, se deberá realizar una reforestación con especies nativas del lugar donde se encontraban asentados los campamentos.
- La reforestación de las áreas abandonadas deberá procurar la integración con la vegetación adyacente con el fin de mantener el equilibrio ecológico y la productividad biológica, por lo que para este fin se utilizaran especies propias del lugar y que tengan características de ser protectoras / productoras.

Las labores sobre la capa superior del suelo expuesto a la intemperie se llevarán a cabo especialmente en aquellos taludes con pendientes inclinadas o donde las condiciones del suelo presentan limitantes que pueden inhibir el crecimiento o desarrollo de las plantas.

En el **anexo No. 34** se presentan algunas de las obras recomendadas para el mejoramiento de los suelos que han sido alterados o sobre los que se realizarán programas de reforestación.

4.3.3 SOSTENIBILIDAD SOCIAL: EQUIDAD, GENERO Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA

4.3.3.1 Equidad e igualdad de género

En el marco de la sostenibilidad se deberá tener que cumplir las mismas condiciones, tratos y oportunidades para hombres y mujeres, pero ajustados a las especiales características o situaciones, la equidad de género resalta la importancia de la igualdad en los resultados. Para lo cual es necesario un tratamiento diferencial de grupos a fin de eliminar la desigualdad y fomentar la autonomía.

La equidad adopta medidas especiales para mujeres, como una manera de compensar las desventajas históricas y sociales que impiden que las mujeres y hombres se guíen por las mismas reglas de juego en la sociedad.

La lucha por una mayor participación política y social por parte de las mujeres está en un proceso de maduración y ha logrado legitimidad. Sin embargo, a pesar de haber incursionado en la denominada “acción positiva” como una actividad en búsqueda de la equidad, el asignar un sitio para las mujeres en los espacios laborales o de participación electoral por sí solo no resuelve el problema, ya que puede incorporar a las mujeres sin un desarrollo de conciencia de género.

No obstante, este ejercicio motivará el desarrollo político de las mujeres y permitirá que se incorporen líneas de trabajo dirigidas a las mujeres. Una mayor participación de las mujeres en la toma de decisiones ayudará a plantear medidas orientadas a superar obstáculos y acelerar el logro de una real igualdad de oportunidades de las mujeres y los hombres en la toma de decisiones en el estado y en la sociedad civil.

4.3.3.2 Equidad étnica cultural

Se deberá cumplir con la equidad étnica, cultural con las mismas condiciones, tratos oportunidades tanto para indígenas, afro ecuatorianos y montubios que han sido históricamente discriminados cumpliendo al mandato constitucional.

El citado artículo 23 numeral 3 de la Constitución consagra la prohibición a la discriminación al garantizar el derecho a la igualdad ante la ley de todas las personas desde el momento mismo de su nacimiento, reconociendo que son diferentes por muchas razones y que esas diferencias no pueden ser tenidas en cuenta para establecer limitantes o negaciones de los derechos.

4.3.3.3 Equidad intergeneracional

Se deberá cumplir con la equidad intergeneracional con las mismas condiciones, tratos y oportunidades a las generaciones venideras.

Este principio tiene relación directa con la base ética del orden ambiental, la solidaridad y su paradigma, es decir tienen el derecho a una herencia adecuada que les permita un nivel de vida no menor al de la generación actual.

5 PRESUPUESTO

El presupuesto de la alternativa seleccionada como es alcantarillado combinado para la comunidad Paniquindra está indicado en el **anexo No. 27**, cuyo resumen se indica en la tabla 5.1

DESCRIPCION	TOTAL
COMPONENTE 1	
ACTIVIDADES PRELIMINARES	14,313.56
MOVIMIENTO DE TIERRAS	230,648.64
TUBERIA	262,390.94
COMPONENTE 2	
POZOS DE REVISIÓN TIPO B1	33,333.77
POZOS DE REVISIÓN TIPO B2	15,062.91
COMPONENTE 3	
SUMIDEROS	25,241.96
COMPONENTE 4	
PLANTAS DE TRATAMIENTO Y DESCARGAS	86,083.30
TOTAL	667,075.08
SON :SEISCIENTOS SESENTA Y SIETE MIL SETENTA Y CINCO dólares OCHO centavos	

Tabla 5.1.- Resumen del presupuesto de alcantarillado combinado

Fuente: Los autores

6 ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN

6.1 ESTRUCTURA OPERATIVA

- Elaboración y ejecución del plan de manejo del sistema de aguas servidas de la comunidad Paniquindra.
- Elaboración y aprobación de documentos necesarios para una posible vida jurídica, en forma inmediata, planificada y proceder a su respectiva tramitación en los organismos gubernamentales pertinentes.
- Establecer y llevar un inventario de bienes muebles e inmuebles, recursos y demás enseres que adquiere la JAAP
- Definir las funciones y responsabilidades de carácter administrativo, ejecutivo y objetivo.
- Definir una oficina de apoyo en la Junta de agua potable
- Coordinar todas las acciones que tengan que ver con el manejo y uso adecuado del sistema.

En la figura 6.1 se indica el organigrama funcional para el correcto manejo del sistema de aguas servidas.

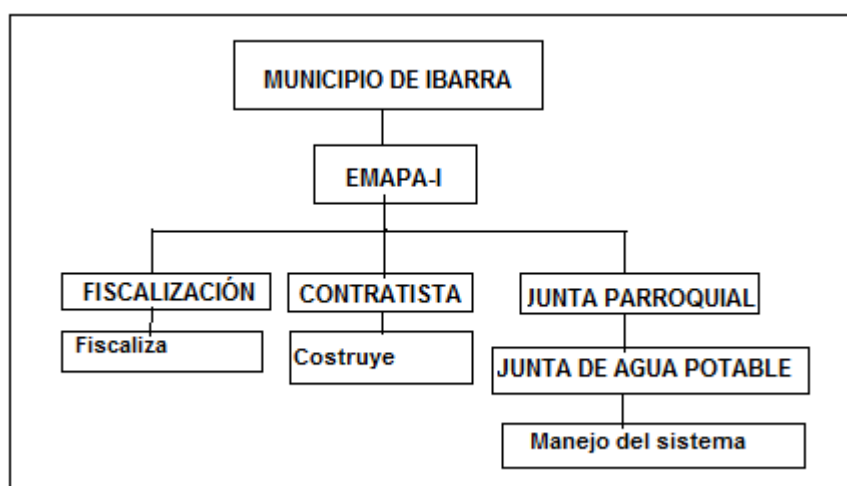


Figura 6.1.- Organigrama de la estructura operativa del proyecto.

Fuente: Los autores

6.2 ARREGLOS INSTITUCIONALES

El proyecto está organizado por la junta parroquial de la Parroquia La Esperanza tomando como base el reglamento estructurado por el ex – IEOS, desde la fecha de creación mediante decreto ejecutivo en el entonces gobierno del Gral. Guillermo Rodríguez Lara y una vez constituido se entregará la administración y operación a la junta de usuarios de agua potable y se convertirá en JAAP Y AS

6.3 CRONOGRAMA VALORADO POR COMPONENTES Y ACTIVIDADES

Para la elaboración del cronograma valorado de la alternativa seleccionada como es alcantarillado combinado para la comunidad Paniquindra indicada en el **anexo No. 28** se utilizó el método de la ruta crítica o diagrama de Gantt.

7 ESTRATEGIA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

7.1 MONITOREO DE LA EJECUCIÓN

El gobierno Provincial Autónomo de Imbabura como institución encargada del desarrollo de éste tipo de proyectos dispone de un eficiente departamento técnico, el mismo que a través de su equipo de fiscalización se encargará del control para la debida ejecución de la obra. Entre las principales acciones a seguir que permitan un control adecuado de la obra sanitaria serán:

- Informes semanales
- Inspección visual
- Revisión de libro de obra
- Control de materiales
- Control de la mano de obra
- Planillas
- Fotos

- Visitas periódicas
- Control de cronograma de avance
- Revisión de especificaciones técnicas
- Revisión del cumplimiento del plan de manejo ambiental y seguridad ocupacional indicado en el capítulo pertinente.

7.2 EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE IMPACTOS

Para la evaluación de resultados, una vez que se finalice la construcción de la obra se implementará las siguientes actividades en conjunto con la junta parroquial (Estos indicadores permitirán establecer el tipo de influencia que tendrá el proyecto a lo largo de la vida útil del mismo).

- Revisión de cuadros estadísticos en los centros de salud más cercanos al lugar del proyecto
- Programar censos a la población objetivo

Para la evaluación de impactos, la institución propone mecanismos para realizar la evaluación del proyecto, al menos 3 años después de entrar en funcionamiento (Estos indicadores permiten evaluar el tipo de percepción que están teniendo los beneficiarios del sistema).

- Inspecciones visuales periódicas a todo el sistema
- Análisis de DBO y DQO del agua del cauce receptor
- Entrevistas a los beneficiarios

7.3 ACTUALIZACIÓN DE LINEA BASE

La institución encargada del control de la ejecución de la obra deberá actualizar la línea base una vez que se obtenga el financiamiento y se construya la obra de implementación de la infraestructura. Esto permite comparar los resultados obtenidos antes y después de la construcción del sistema.

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

- El proyecto se realizó siguiendo el lineamiento de especificaciones de diseño aplicadas en el Ecuador.
- El sistema de alcantarillado beneficia a la población que se conecta al servicio por efecto del proyecto, en etapa inicial son 845 habitantes y al final de la vida útil de 30 años la población obtenida por el método del MIDUVI es 1139 habitantes, valor utilizado para el diseño.
- Para el diseño de alcantarillado tanto pluvial como combinado se tomó como referencia la zonificación de intensidades máximas dada por el INAMHI, en éste caso es la zona 11 que se indica en el anexo 11 por que no existe una estación pluviográfica en el sector, es decir la estación más cercana al proyecto es la estación Otavalo M105.
- Los meses más lluvioso del año son marzo, abril, mayo, octubre, noviembre y diciembre, en ese orden, los meses menos lluvioso son junio, julio y agosto.
- Las plantas de tratamiento benefician a la población de la comunidad Paniquindra así como a las comunidades que se ubican aguas abajo de las descargas como La Magdalena y La Florida.
- El sector en estudio presenta depósitos volcánicos del Imbabura cuyas edades pertenecen al periodo Pleistoceno-Cuaternario.
- El proyecto se encuentra ubicado en una zona de alto peligro sísmico en zona IV.
- El lugar contiene gradientes mayores al 30% por esta razón es una zona de mayor potencial de deslizamientos.
- El volcán Imbabura se encuentra en estado potencialmente activo por éste motivo la comunidad tiene alto peligro volcánico.
- Los suelos predominantes en el proyecto son de tipo limo arenoso MS.
- No se encontró Nivel freático en ninguna de las perforaciones.
- En todas las perforaciones se encontró aglomerado volcánico, a profundidades que varían de 1.5m a 3.5m, éste material tiene gran capacidad de carga.

- La capacidad de carga del diseño de la cimentación de la planta de tratamiento es de 122.5 Ton/m²
- Los sistemas de alcantarillado de las dos alternativas se encuentran proyectadas siguiendo las pendientes propias del terreno dadas por el estudio topográfico.
- La alternativa adoptada por su menor costo como es USD 667075. 08 dólares de los Estados Unidos es el sistema de alcantarillado combinado, mismo que permitirá a la población incrementar su nivel de vida ya que el costo del sistema de alcantarillado separado es de USD 982886.98 dólares de los Estados Unidos, es decir es mayor en un 32.18%.
- El proyecto es de carácter social por lo que los beneficios calculados son de USD 106232.06 dólares de los Estados Unidos, no solo serán de tipo económicos, estos también son medidos en bienestar y salud de la población, por cuanto generará un mejoramiento del estilo de vida de los beneficiarios.
- La alternativa seleccionada es conveniente y rentable de acuerdo a las especificaciones técnicas, costos, y flujo de beneficios estimado
- La tarifa estimada como costo mensual por el servicio de alcantarillado es de USD 8.12 dólares de los Estados Unidos, misma permite recuperar el valor total de los costos, considerando el periodo de vida útil del proyecto, que en éste caso es de 30 años.
- El VAN determinado con el flujo de caja económico para alcantarillado combinado es de 177930.56 esto significa que los beneficios (ingresos) son mayores que los costos en el horizonte del proyecto que es de 30 años, por lo tanto el proyecto es viable.
- El TIR determinado con el flujo de caja económico es 15.40% es mayor que la tasa de descuentos que es del 12% por lo tanto la alternativa seleccionada que es el alcantarillado combinado es viable.
- En el caso de la relación beneficio costo obtenido del flujo de caja económico para la alternativa de alcantarillado combinado se señala que por cada unidad invertida el proyecto genera una rentabilidad del 24%

- La población está dispuesta a pagar el servicio para mejorar su calidad de vida al disminuir su problema de insalubridad, y aumentar la plusvalía de sus terrenos.
- La evaluación de impacto ambiental se realizó con la matriz de Leopoldo porque permite calificar y al mismo tiempo cuantificar los impactos de manera positiva y negativamente.
- El impacto negativo de mayor importancia es el ruido que será ocasionado por la maquinaria en movimiento al momento de las excavaciones.
- El plan de manejo ambiental cuenta con un plan de prevención y mitigación de impactos, plan de calidad del aire y emisión de fuentes móviles, plan de manejo de atenuación de ruido, plan de manejo de calidad del suelo, plan de manejo de materiales peligrosos, plan de manejo de calidad de agua y saneamiento ambiental, plan de manejo de flora, plan de manejo de interrupción accidental de servicios básicos, plan de manejo de obstrucción del tránsito peatonal, plan de manejo de obstrucción del tráfico vehicular, plan de manejo de señalización para seguridad y protección.
- El plan de información y educación ambiental está enfocado a impartir conocimientos sobre los temas ambientales en el área de influencia.
- El plan de monitoreo ambiental se propone para realizar el seguimiento y control de las medidas propuestas en el plan de manejo ambiental con el fin de tener una acción oportuna y una mejora continua durante el avance de la obra y durante la operación del proyecto.
- El plan de contingencias está orientado al proceso de construcción y operación del sistema, indicando en el lugar de trabajo sea éste fijo o móvil, oficina de obra, lugares de almacenamiento de materiales, y cualquier sector que se encuentre vinculado al proyecto.
- El estudio de impacto ambiental está enfocado a la minimización de impactos durante la construcción, operación y mantenimiento del sistema propuesto en éste proyecto, bajo el cumplimiento de reglamentaciones para la prevención, mitigación de impactos ambientales y salud de los trabajadores.

8.2 RECOMENDACIONES

- Los datos en el presente proyecto se deberán rectificar en el campo durante el proceso constructivo.
- Se recomienda verificar los niveles topográficos antes de iniciar con la construcción del proyecto.
- En el caso de las plantas de tratamiento se deberá verificar que el suelo de apoyo de la cimentación no coincida con la presencia de materiales como materia orgánica que no es recomendable desde el punto de vista geotécnico.
- Se recomienda proteger inmediatamente la base de la cimentación de las plantas de tratamiento con hormigón de espesor mínimo cinco centímetros en proporción 1:2:3 (cemento, agregado fino, agregado grueso respectivamente) y 22 lts de agua, puesto que el remoldeo y los cambios bruscos de temperatura producen deterioros graves al suelo de fundación.
- Se recomienda utilizar polietileno de gran calibre (recomendado K-14), para impermeabilizar la superficie de contacto de excavación de las paredes de las plantas de tratamiento.
- Se recomienda realizar un mantenimiento periódico a la red, con el fin de garantizar su buen funcionamiento durante su periodo de vida útil.
- Se recomienda seguir el lineamiento de las especificaciones técnicas para obtener una construcción con calidad.
- Se recomienda realizar el mantenimiento anual de las plantas de tratamiento para su óptimo funcionamiento.
- Se recomienda realizar una inspección mínima al año de todo el sistema de alcantarillado para verificar su correcto funcionamiento.
- En el caso de cribas se recomienda su limpieza dos veces por semana.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

Aglomerado: Conjunto de fragmentos rocosos, heterogéneos en cuanto a forma, tamaño y composición, consolidados generalmente por una matriz volcánica de materiales finos (arena, limo, arcilla).

Abandonar: Acción de dejar una instalación, por razones técnicas o cuando ha finalizado la concesión otorgada por el estado.

Abiótico: Hecho físico o químico, parte de un ecosistema o del ambiente que no ocurre dentro de un organismo vivo.

Accidente.- Evento no deseado que pueda resultar en pérdidas de vidas, enfermedades, lesiones, y daños u otras pérdidas.

Ambiente: Conjunto de elementos bióticos y abióticos, y fenómenos físicos, químicos y biológicos que condicionan la vida, el crecimiento y la actividad de los organismos vivos. Generalmente se le llama medio ambiente.

Antropogénico: De origen humano, sinónimo, por tanto, de humanizado.

Área de influencia: Comprende el ámbito espacial en donde se manifiestan los posibles impactos ambientales y socioculturales ocasionados por las actividades propias de la construcción del proyecto.

Área de influencia directa: Comprende el ámbito espacial en donde se manifiesta de manera evidente, el efecto de la realización de los trabajos viales y los consecuentes impactos socio – ambientales.

Áreas Naturales Protegidas: Son áreas de propiedad pública o privada, de relevancia ecológica, social, histórica, cultural y escénica, establecidas en el país de acuerdo con la ley, con el fin de impedir su destrucción y procurar el estudio y conservación de especies de plantas o animales, paisajes naturales y ecosistemas

B

Brecha: aglomerado sedimentario, fragmentado por una matriz volcánica o cementado por un lodo fluvial o flujo de lodo

Biótico: perteneciente a los seres vivos.

Bosque: Asociación vegetal en la que predominan los árboles y otros vegetales leñosos; además contiene arbustos, hierbas, hongos, líquenes, animales y microorganismos que tienen influencia entre sí y en los caracteres y composición del grupo total o masa.

C

Clima: Estado medio de los fenómenos meteorológicos que se desarrollan sobre un espacio geográfico durante un largo período. Está determinado por una serie de factores: inclinación del eje terrestre, proporción tierra – mar, latitud, altitud, exposición a los vientos, etc., y se encuentra articulado a un conjunto de elementos como presión, humedad, temperatura, pluviosidad, nubosidad, etc.

Contaminación: Proceso por el cual un ecosistema se altera debido a la introducción, por parte del hombre, de elementos sustancias y/o energía en el ambiente, hasta un grado capaz de perjudicar su salud, atentar contra los sistemas ecológicos y organismos vivientes, deteriorar la estructura y características del ambiente o dificultar el aprovechamiento racional de los recursos naturales.

Contaminantes: Toda materia o sustancia, sus combinaciones o compuestos, los derivados químicos o biológicos, así como toda forma de energía, radiaciones ionizantes, vibraciones, ruido, olor que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento ambiental; alteran o modifican su composición y/o afectan a la salud humana.

Control (ambiental): Vigilancia y seguimiento (monitoreo externo) periódico y sistemático sobre el desarrollo y la calidad de procesos, comprobando que se ajustan a un modelo preestablecido.

Cuerpo de agua: Acumulación de agua corriente o quieta, que en su conjunto forma la hidrósfera; son los charcos temporales, esteros, manantiales, marismas, lagunas, lagos, mares, océanos, ríos, arroyos, reservas subterráneas, pantanos y cualquier otra acumulación de agua.

D

Derecho de vía: Franja de terreno de dimensiones específicas, en que se ha instalado una vía de acceso, que atraviesa una o varias propiedades y a la cual tiene acceso y servidumbre de tránsito el propietario del terreno, y dentro de cuya área se establecen las limitaciones de dominio.

Desecho: Denominación genérica de cualquier tipo de productos residuales o basuras procedentes de las actividades humanas o bien producto que no cumple especificaciones. Sinónimo de residuo.

Disposición final: Forma y/o sitio de almacenamiento definitivo o bien forma de destrucción de desechos.

E

Emisión: Descarga de contaminantes hacia la atmósfera.

Ecosistema: Unidad básica de integración organismo — ambiente constituida por un conjunto complejo y dinámico, caracterizado por un substrato material (suelo, agua, etc.) con ciertos factores físico - químicos (temperatura, iluminación etc.), los organismos que viven en ese espacio, y las interacciones entre todos ellos en un área dada.

EIA: Estudio de Impacto Ambiental

Endémico: Organismo oriundo del país o la región donde habita.

Emergencia: Es todo estado de perturbación de un sistema que pueda poner en peligro la estabilidad del mismo, ya sea en forma total o parcial.

Erosión: Proceso geológico de desgaste de la superficie terrestre y de remoción y transporte de productos (materiales de suelo, rocas, etc.) originados por las

lluvias, escurrimientos, corrientes pluviales, acción de los oleajes, hielos, vientos, gravitación y otros agentes.

Especie: Conjunto de individuos con características biológicas semejantes y con potencialidad para intercambiar genes entre si dando descendencia fértil.

Especies nativas: Conjunto de especies vegetales y animales así como micro – organismos propios del país, región o hábitat.

Estudio de Impacto Ambiental: Es un documento que compila toda la información técnica - científica de carácter interdisciplinario

Evaluación de Impactos Ambientales: Es un proceso o mecanismo mediante el cual se predicen y determinan los efectos de una intervención sobre un medio ambiente determinado, en el cual intervienen técnicos de diferentes disciplinas que evalúan o diagnostican el estado de situación de los componentes ambientales para predecir, evaluar los potenciales impactos y determinar las medidas preventivas, correctoras o de mitigación.

F

Flora: Conjunto de especies vegetales que pueblan determinados territorios o ambientes.

Fauna: Conjunto de especies animales que pueblan determinados territorios o ambientes.

G

Geomorfología: Estudia las formas superficiales de la tierra, describiéndolas (morfología), ordenándolas e investigando su origen y desarrollo (morfogénesis).

Gestión ambiental: Conjunto de políticas, estrategias, normas, actividades operativas y administrativas de planeamiento, financiamiento y control estrechamente vinculadas y orientadas a lograr la máxima racionalidad en los procesos de conservación y protección del medio ambiente para garantizar el desarrollo sustentable, ejecutadas por el Estado y la sociedad.

H

Hábitat: Área de distribución de una especie, o bien conjunto de localidades que reúnen las condiciones apropiadas para la vida de una especie.

I

IGM: Instituto Geográfico Militar

INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

Impacto Ambiental: Modificación neta (positiva o negativa) de la calidad del medio ambiente humano, incluidos los ecosistemas de que depende el hombre. Se dice que hay impacto o efecto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración en el medio o en algunos componentes del medio.

Incidente: Evento que da lugar a un accidente o tiene el potencial de conducir a un accidente, se incluyen los accidentes leves que no provoquen daños irreparables o desmembramientos de alguna parte del cuerpo.

L

Línea Base: Documento que informa acerca de las condiciones ambientales (fauna, flora, suelos, agua y socioeconomía) presentes en el área. Punto de referencia inicial.

Límite permisible: Valor máximo de concentración de elemento(s) o sustancia(s) en los diferentes componentes del ambiente, determinado a través de métodos estandarizados, y reglamentado a través de instrumentos legales.

M

Medio ambiente: Conjunto de características físicas, químicas y biológicas que condicionan y definen las cualidades del entorno natural, tomando en consideración los procesos y fenómenos que constituyen sujetos funcionales del entorno. Puede ser definido también como el conjunto de recursos, bienes y servicio cuyo usufructo va más allá de las estructuras de propiedad y de las ventajas económicas coyunturales; constituye un activo social susceptible de una política específica dentro de las estrategias de largo plazo de un país.

P

Paisaje: Unidad fisiográfica básica en el estudio de la morfología de los ecosistemas, con elementos que dependen mutuamente y que generan un conjunto único e indisoluble en permanente evolución.

Peligro: Fuente o situación con el potencial de daño en términos de lesiones o enfermedades, daño a la propiedad, daño al ambiente de trabajo o la combinación de ellos.

R

Residuo: Cualquier material que el propietario/productor ya no puede usar en su capacidad o forma original, y que puede ser recuperado, reciclado, reutilizado o eliminado.

Revegetación: Siembra de especies vegetales de interés colectivo, generalmente como última etapa en trabajos de remediación ambiental.

Riesgo: Combinación de la probabilidad y la consecuencia (s) de ocurrencia de un evento identificado como peligroso.

S

Suelo: Capa superficial de la corteza terrestre, conformado por componentes minerales provenientes de la degradación físico – química de la roca madre y compuestos orgánicos en proceso de degradación y/o transformación, íntimamente mezcladas, con poros de diferentes tamaños que dan lugar al agua y al aire del suelo, así como a microorganismos y animales del suelo y a las raíces de plantas a las cuales el suelo sirve de sustrato y sustento.

T

TIR: Tasa Interna de Retorno o de rentabilidad de una inversión es el promedio geométrico de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión, y que implica por cierto el supuesto de una oportunidad para "reinvertir". En términos simples, diversos autores la conceptualizan como la tasa de descuento con la que el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero.

V

VAN: Valor Actual Neto: Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo 0 de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado.

BIBLIOGRAFÍA

- BdE, Guía Simplificada para la Elaboración de Términos de Referencia y Evaluación de Estudios de Impacto Ambiental de los Proyectos del Programa de Desarrollo Municipal, editada por el Banco del Estado.
- BRAJA M. DAS, *Principio de Ingeniería de Cimentaciones*, 4ta Edición, Thomson Editores.
- BURBANO, Guillermo, *Criterios Básicos de diseño para el sistema de agua potable y alcantarillado*, 1993
- CADENA CEPEDA, Raúl. *La teoría de Diseño de las Redes de Drenaje Pluvial*, Primera edición,
- CAMÁRA DE LA CONSTRUCCION QUITO, Precios de Rubros Referencial, Quito-Ecuador, Agosto 2011.
- CHOW, Ven Te, *Hidráulica Aplicada*, Mc Graw Hill, Bogotá 1994.
- *Código Ecuatoriano de la Construcción 2002*, Peligro Sísmico, Espectros de Diseño y Requisitos Mínimos de Cálculo para Diseño Sismo-Resistente, Quito-Ecuador.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA, *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Alcantarillado Sanitario*, Editor: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, D.F - México, 2009.
- CONESA, V. Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental, 2da. Edición, 1995, Madrid, España.
- DEMORAES F, d'ercole, *Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador*, Agosto 2001
- EPMAPS-Q, *Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EPMAPS-Q*, 2009
- EX IEOS, *Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones mayores a 1.000 habitantes*, Quito – Ecuador, 1992.
- GÓMEZ, Domingo. *Evaluación de impacto ambiental*, 1994
- *Manual Técnico de Difusión Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales*, Lima-Perú, 2008

- GERARD, KIELY Ingeniería Ambiental, Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión Volumen III. España, 1999
- IGM, Cartografía Topográfica.
- INAMHI, *Anuarios meteorológicos (1980 al 2010), Estación M 105 OTAVALO*
- JUNTA PARROQUIAL DE LA PARROQUIA LA ESPERANZA “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de La Parroquia La Esperanza”, 2010
- JUAREZ, Badillo – RICO, Rodríguez, *Fundamentos de la Mecánica de Suelos*, Tomo I y II, Tercera Edición, Editorial Limusa. México, 1992.
- LÓPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo, *Elementos de diseño para el acueducto y alcantarillados*, segunda edición,
- Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. *Técnicas para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental*. McGraw-Hill. España. 1998.
- METCALF Y EDDY, Ingeniería de Aguas Residuales – Volúmenes I y II, Tercera edición, Editorial McGraw Hill, España, 1995.
- NORMATIVA AMBIENTAL ECUATORIANA
- PAVÓN, R. Análisis Ambiental – Curso Internacional de Formulación, Evaluación y Gestión de Proyectos. CITE – EPN, Quito, Noviembre 2005.
- Plastigama. *Línea Infraestructura lista de precios*
- RÍOS MONTES Rossio, *Disminución de la carga contaminante orgánica del efluente de las cámaras sépticas utilizadas en el tratamiento de aguas residuales domesticas*
- ROMERO ROJAS, Jairo Alberto, *Tratamiento de aguas Residuales, Teoría y Principios de Diseño*, 2004
- RODRÍGUEZ FIALLO, Luis, *Estudios de lluvias intensas*. Quito: INAMHI, 1999
- SUBSECRETARÍA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL. SSA. Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes. Quito, 1993.
- SENPLADES. Observaciones más Importantes a Proyectos presentados a Senplades para Dictaminar su Prioridad.

- TCHOBANOGLIOUS George, METCALL & EDDY, *Ingeniería de Aguas residuales*, INC, México, 1999.
- TERZAGHI – PECK – MESRI, Editorial Wiley, Third Edition, 1996
- UPS, apuntes de drenaje vial y urbano

ANEXOS

Los anexos se indican en el TOMO II, TOMO III, TOMO IV